Жук А.Я., Малишев Г.П., Желябіна Н.К., Таратута К.В.

МОНТАЖ МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ



КОНДОР

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія

МОНТАЖ МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

Навчальний посібник

КОНДОР
Київ, 2018

УДК Ж 850
ББК 669.02
М37

Рекомендовано до видання рішенням вченої ради Запорізької державної інженерної академії (Протокол № 2 від 23.02.2017 р.)

Рецензенти:

Білодіденко С.В., д.т.н., проф., завідувач кафедри «Машин та агрегатів металургійного виробництва» Національної металургійної академії України

Волчок І.П., д.т.н., проф., Завідувач кафедри «Композиційних та порошкових матеріалів і технологій» Запорізького національного технічного університету

Ніколаєв В.О., д.т.н., проф., завідувач кафедри «Обробки металів тиском» Запорізької державної інженерної академії

М37 **Монтаж металургійного обладнання**: Навчальний посіб. / Жук А.Я., Малишев Г.П., Желябіна Н.К., Таратута К.В. — К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. — 330 с. Іл.:163; табл.:37 ; бібліогр.: 36 назв.

ISBN 978-617-7582-44-0

Розглянуто загальні принципи організації монтажних робіт, охарактеризовано обладнання та пристосування для такелажних робіт, описано слюсарно-пригінні роботи при складанні обладнання перед монтажем та інструменти для їх виконання, основні вимоги при прийманні фундаментів та способи і засоби при кріпленні до них обладнання, геодезичне обґрунтування монтажу та методи і засоби контролю при установленні обладнання в проектне положення, висвітлено технологію складання та монтажу типових вузлів і елементів, на конкретних прикладах розглянута технологія монтажу основного металургійного обладнання.

Для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за спеціальностями «Галузеве машинобудування» («Металургійне обладнання», «Обслуговування та ремонт обладнання металургійних підприємств») та «Металургія». Може бути корисним фахівцям металургійних і машинобудівних підприємств.

ISBN 978-617-7582-44-0

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА

Монтаж металургійного обладнання є однією із найскладніших і найвідповідальніших сфер діяльності фахівців-механіків. Це стосується, перш за все, монтажу крупних металургійних машин і агрегатів, де нерідко трапляються непередбачені ситуації, розв'язувати які необхідно на місці і не гаючи часу. До того ж монтажним роботам властива і підвищена небезпека (переміщення громіздких і надважких вантажів у безпосередній присутності монтажників при установці обладнання в проектне положення, робота на висоті у незручних умовах, широке застосування ручного електрифікованого інструменту, зварні і клепальні операції, перебування під час роботи в закритих елементах агрегатів і т. інше)

Все це вимагає адекватної підготовки фахівців з питань монтажу обладнання ще в період навчання у ВНЗ. І ясна річ, що для цього потрібне відповідне навчально-методичне забезпечення, яке б не тільки давало змогу студенту підготуватись до успішного складання екзамену, а й ґрунтовно підготуватись до практичної діяльності на виробництві. Проте на сьогоднішній день це є актуальною проблемою, оскільки останні підручники, що стосується безпосередньо висвітлення монтажу металургійного обладнання, були виданні декілька десятків років тому [18, 25, 32] і тому залишились у бібліотеках ВНЗ у поодиноких екземплярах та й дещо застаріли. Інші ж посібники і підручники, що видавались в ті часи і трохи пізніше, висвітлювали в одній книжці (обсягом 300–400 сторінок) разом питання надійності, технічного обслуговування, ремонту і монтажу [17, 26, 27, 28, 34 та інші]. Ясна річ, що при такому обсязі і складі підручників неможливо ґрунтовно висвітлити всі ці питання.

Серед нових видань (2008 р.) є підручники Седуша В.Я. [29] і Чиченева Н.А. [34], в яких також разом розглянуто надійність, ремонт і монтаж металургійних машин.

Авторами ж даного посібника висвітлено лише питання, які пов'язані безпосередньо з організацією, технологією та засобами підготовки і виконання монтажних робіт, що дало можливість більш ґрунтовно їх розглянути. Зокрема більш детально з довідковим наповненням описано основні принципи організації монтажних робіт, охарактеризовано обладнання та пристосування для такелажних робіт,

підбір якого має передувати монтажу, висвітлено технологію слюсарно-пригінних робіт при попередньому складанні обладнання перед монтажем та описано основні інструменти, що при цьому використовуються, з характеристиками їх призначень і можливостей, наведено відомості про фундаменти (оскільки монтажники мають зі знанням справи приймати їх від будівельників) та способи кріплення до них обладнання, наведено способи геодезичного обґрунтування монтажу та методи і засоби контролю (як традиційні, так і сучасні із застосуванням електронної і лазерної техніки), описано методи та технологію складання та монтажу типових вузлів та елементів.

Вивчення перерахованих вище питань надає можливість студенту з усвідомленим розумінням сприймати подальший матеріал посібника щодо безпосереднього монтажу металургійного обладнання. Для опису технологій монтажу на конкретних прикладах вибрано найбільш складні стосовно здійснення монтажних робіт металургійні об'єкти за їх трьома призначеннями: обладнання для підготовки сировини до металургійного переділу (вагоноперекидачі, грейферні перевантажувачі, агломераційні машини, трубчасті печі); обладнання для виробництва металів і сплавів (системи завантаження доменних печей, міксери сталеплавильного виробництва, конвертери, електродугові сталеплавильні печі, розливні машини); обладнання для оброблення металів і сплавів тиском (основне обладнання прокатних станів).

Для належного усвідомлення справи і ґрунтовного засвоєння матеріалу перед кожним об'єктом, монтаж якого розглядається, подається його загальний вигляд чи схема з описом призначення, будови і принципу дії. Загалом же автори розраховують, що даний посібник сприятиме підвищенню рівня підготовки фахівців з питань монтажу обладнання, оскільки може використовуватись не тільки при аудиторному навчанні, а й при виконанні курсових та дипломних проектів і магістерських робіт.

Велика подяка студентам-механікам Запорізької державної інженерної академії за допомогу авторам у складанні комп'ютерного макета посібника.

Розділ 1
Загальні принципи організації монтажних робіт

1. ПІДГОТОВКА МОНТАЖНИХ РОБІТ

Підготовчий період є одним із головних у всьому монтажному циклі, від якого в реальній мірі залежить тривалість, трудомісткість і якість монтажу обладнання. Тому проведення підготовчих заходів до монтажу є обов'язковим. Ці заходи можна поділити на три групи.

До першої групи відносяться заходи, що не пов'язані з будівельним майданчиком, а саме: отримання необхідної технічної документації, вивчення і оброблення її для видання заявок на придбання і виготовлення різноманітних і потрібних для монтажу виробів і для складання проекту виробництва робіт та підготовки монтажних формулярів.

До другої групи відносяться заходи, які здійснюються безпосередньо на будівельному майданчику. До них можна віднести наступне:

- перевірення готовності будівель і споруд для виконання монтажних робіт і прийняття фундаментів, а також посадкових місць на сталевих конструкціях споруд, на яких монтується обладнання;
- прийняття геодезичного обґрунтування монтажу;
- спорудження під'їзних залізничних колій, автомобільних доріг і приоб'єктних складів;
- завезення і розтушування на будівельному майданчику монтажних механізмів, доправлення обладнання на приоб'єктні склади;
- організація на монтажному майданчику підсобних приміщень для збереження інструментів, такелажного, автогеннозварювального і іншого монтажного обладнання, а також офісу (контори) виконувача робіт з установленням засобів зв'язку;
- забезпечення монтажних робіт водою, стисненим повітрям, електроенергією, а також необхідними монтажними матеріалами;

- установлення зовнішнього освітлення території, що прилегла до місць монтажу;
- прокладення трубопроводів для розведення ацетилену і кисню, які необхідні для здійснення зварювальних робіт;
- організація на випадок у необхідності допоміжного господарства — виробничої бази монтажної організації.

До третьої групи відносяться заходи із забезпечення працівників побутовими умовами — житлом, харчуванням, організацією місць відпочинку і т. інше.

2. СПОСОБИ І МЕТОДИ МОНТАЖУ ОБЛАДНАННЯ

Розрізняють закритий і відкритий способи монтажу обладнання. При закритому способі монтаж розпочинають після закінчення загальнобудівельних робіт, закриття виробничої будови і подачі до неї тепла. а там, де дозволяють кліматичні умови чи пора року користуються відкритим, при якому монтаж розпочинають після закінчення нульового циклу.

Щодо методів монтажу, то вони поділяються на три види: послідовний, паралельний, потоковий (рис. 1.1).

При послідовному методі монтаж наступного агрегату розпочинають після закінчення монтажу попереднього. Недоліком методу є збільшення терміну Т монтажу цього об'єкта, який визначається із виразу

$$T=T_ц \cdot m ,$$

де $T_ц$ — тривалість циклу монтажу одного однотипного агрегату; m — число агрегатів.

При неоднотипних агрегатах Т отримують шляхом складання термінів на виконання монтажу кожного агрегату.

Крім того, виникають вимушені перерви в роботі спеціалізованих бригад. Інтенсивність спожиття ресурсів в одиницю часу можна визначити із виразу

$$r=R/T,$$

де R — загальні витрати ресурсів на монтаж агрегатів.

При паралельному методі монтажу всі агрегати монтують одночасно і термін монтажу обладнання цього об'єкта рівен часу монтажу обладнання одного агрегату ($T=Tц$), але тут потрібна максимальна кількість матеріально-технічних ресурсів.

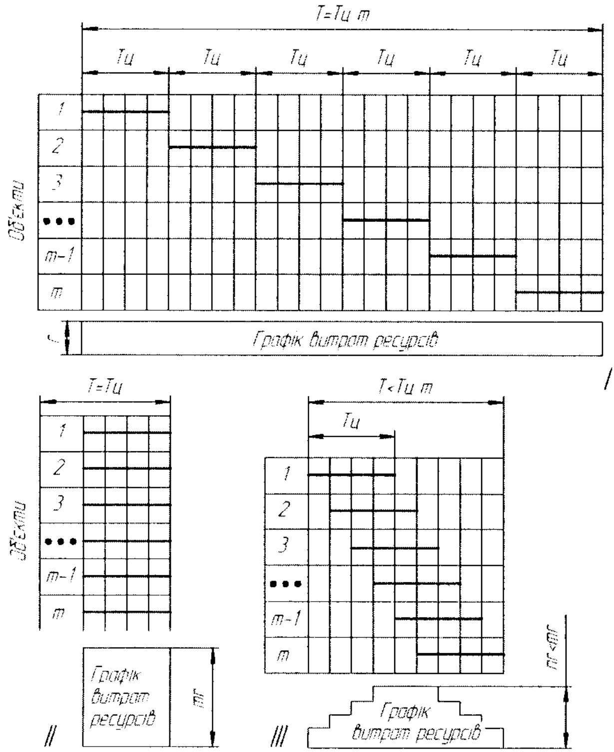


Рисунок 1.1 *Методи монтажу: послідовний(I), паралельний(II), потоковий(III)*

Потоковий метод суміщує в собі послідовний і паралельний методи. При потоковому методі процес монтажу обладнання об'єкта (наприклад, прокатного стана) розкладають на n складових агрегатів (пічна група і чорнові клітті; група чистових клітей; група моталок і агрегат поперечного різання листа; прибиральні пристрої, склад готової продукції і агрегат поздовжнього різання). Для монтажу кожного із складових агрегатів призначають однакові терміни і забезпечують виконання цих термінів на різних агрегатах з послідовним здійсненням однотипних робіт на різних агрегатах і паралельно-різнотипні.

На монтаж *m* агрегатів потоковим методом необхідно менше часу ($T<T_ц \cdot m$), ніж послідовному, і найбільша кількість одночасно ресурсів, що споживаються, буде меншою, ніж при паралельному методі ($n \cdot r < m \cdot r$, оскільки при потоковому методі завжди $m>n$). При цьому звужується спеціалізація монтажних бригад, оскільки тут є можливість широко використовувати однотипні операції.

Ефективність кожного з цих методів суттєво підвищується за рахунок застосування крупноблокового монтажу обладнання. Монтажні блоки готують на майданчиках укрупненого складання, а також постачаються підприємствами-виробниками обладнання. В останньому випадку крупноблочне складання більш ефективне, оскільки трудомісткість і вартість комплектного виготовлення обладнання на підприємствах-виробниках значно нижче а якість вище, ніж на монтажних майданчиках.

Монтаж крупними блоками забезпечує значне скорочення часу, трудомісткість і підвищення якості монтажу, дає можливість виконувати попереднє обв'язування обладнання трубопроводами, установлення обслуговуючих майданчиків і інших конструкцій. При цьому зменшуються трудові витрати на спорудження риштування і помостів, а також на монтаж тимчасових енергетичних комунікацій.

3. ТЕХНІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ НА МОНТАЖ

3.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

В залежності від масштабності і складності монтажних робіт монтаж може проводитись або власними силами підприємства, на якому планується монтаж обладнання, або із залученням спеціалізованих організацій, що займаються проектуванням, виготовленням і монтажем такого чи подібного обладнання. Але в обох випадках розробляється технічна документація на проведення монтажних робіт. Інша справа, що ця документація може в якійсь мірі різнитись за складом і змістом, проте в обох випадках її головними складовими є: проектно-конструкторська, організаційно — економічна і технологічна документація. Ясна річ, що при залученні сторонніх підрядних організацій питання щодо підготовки технічної документації є більш відповідальним і складним. Саме для цього випадку і розглянемо склад технічної документації. Її можна поділити на документацію, що надається монтажній організації, і документації, що має розробити монтажна організація.

Монтажній організації підприємством-замовником має передаватись наступна документація:

- матеріали стосовно будівельного майданчика з координатною сіткою, розташування будов цеху, під'їзних залізничних колій і автомобільних доріг і реперів висотних відміток;

- план розташування обладнання цеху і мостових кранів з перерізами;
- креслення фундаментів під обладнання, підземних споруд і комунікацій, з якими необхідно рахуватись при монтажі, і креслення на установлення фундаментних болтів:
- креслення металоконструкцій чи залізобетонних конструкцій цеху чи споруди, що пов'язані з розташуванням обладнання чи кріпленням вантажо-підйомних засобів;
- кошториси на монтаж обладнання;
- перелік креслень по об'єктам і агрегатам;
- паспорти машин, апаратів і приладів, що входять у комплект постачання;
- розроблену головним підприємством-постачальником документацію (креслення загальних виглядів, вузлів і складальні креслення обладнання; технічні умови на постачання обладнання і заводські інструкції з монтажу і пуску обладнання; акти заводських відділів технічного контролю на контрольне складання, балансування, обкочування, випробування обладнання і формуляри з вказівкою допусків; комплектовочні (відправні) відомості всього обладнання і маркувальні схеми на вузли і деталі, що відправляються у розібраному вигляді).

На підґрунті перерахованих даних монтажна організація розробляє проведення монтажних робіт (ППР), в склад якого входить наступне:

- вибір способу монтажу і його погодженість з будівельними роботами;
- описання методів робіт і її організації;
- план монтажного майданчика з вказівкою залізничної колії для подання обладнання, майданчиків для збереження обладнання і способів забезпечення монтажних робіт електроенергією, паром і стисненим повітрям від заводських мереж чи спеціальних установок;
- технологічні інструкції і карти з монтажу основного обладнання;
- ескізи важковагових і негабаритних деталей і вузлів, способи їх стропування і креслення такелажних пристосувань;
- перелік необхідного вантажопідйомного і такелажного обладнання, матеріалів, інструментів, опис схем розташування і тер-

міни введення в дію мостових кранів, що використовуються для монтажних робіт;

- відомість нестандартного обладнання і пристосувань, що виготовляються монтажною організацією, і креслення цього обладнання;
- відомість необхідних кріпильних деталей, що не поставлені разом з обладнанням;
- надається до відома потреба в робочій силі (з вказівкою фаху і кваліфікації);
- план розташування допоміжних майстерень і комор для збереження інструментів і дрібних деталей;
- календарні графіки проведення робіт;
- техніко-економічні показники проекту.

Технічні умови на проведення і приймання монтажних робіт викладені у будівельних нормах і правилах (СНИП), які видані «Стройиздатом» ще у 80-тих роках окремими збірниками і на окремі види обладнання (наприклад, СНИП 3.05.05-84 «Технологическое оборудование»). Проте монтажні організації в процесі монтажу складають самі технічну документацію, до якої відноситься виконавча документація на проведення «прихованих» робіт, тобто таких робіт, які в подальшому стають недоступними для огляду, наприклад, різного роду випробування, продування і промивання, а також документи, що фіксують змінення і відступи від проектів, формуляри на установлення і центрування машин і інші документи, які характеризують якість виконаних робіт. Ці документи пред'являються при здаванні об'єктів в експлуатацію.

Більш детально розглянемо декілька стрижневих технічних документів, які, на наш погляд, надають монтажним роботам чіткої визначеності. До них можна віднести наступні документи: проект проведення монтажних робіт (ППР); графіки проведення монтажних робіт; технологічні схеми монтажу; технологічні карти на монтажні роботи.

3.2. ПРОЕКТ ПРОВЕДЕННЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ

Проект призначається для вирішення технічних, господарських і інших питань, що пов'язані з виконанням монтажних робіт.

В склад цього проекту входять наступні матеріали:

- графік виконання робіт;
- план будівельного майданчика, що відповідає стадії виконання монтажних робіт;
- опис раціональних способів ведення робіт з урахуванням застосування найбільш ефективних монтажних механізмів і механізації складальних і слюсарних робіт;
- відомості виробів, заготівок деталей і матеріалів, які необхідно виготовити силами монтажної організації чи придбати на стороні;
- перелік універсальних і інших механізмів, такелажних засобів і пристосувань, інструменту і засобів транспорту, що необхідні для проведення монтажних робіт, при цьому на нестандартні пристосування надаються робочі креслення;
- пояснювальна записка, яка містить рекомендації стосовно проведення робіт безпечними методами.
- Для складання ППР необхідні наступні вихідні дані:
- план розташування обладнання, що підлягає монтажу;
- установні креслення обладнання, паспорти агрегатів і заводські робочі креслення;
- план будівельного майданчика з нанесеними на ньому схемами енерго-, водо-, повітре- і паропостачання, залізничними коліями і майданчиками для приоб'єктних складів обладнання і т.п.;
- виконавчі схеми фундаментів і металевих конструкцій з вказівкою на них посадкових місць для обладнання;
- технічні умови чи заводські інструкції на складання і монтаж машин і агрегатів;
- паспорти і технічні характеристики підйомно-транспортних машин, які має монтажна організація і які використовуються на майданчиках іншими організаціями чи можуть бути завезенні на майданчик;
- загальні міркування стосовно проекту організації будівництва на даному майданчику.

При розробці ППР можуть використовуватись і інші матеріали.

Проекти, зазвичай, складають на всі крупні об'єкти, а також на ті об'єкти, для монтажу яких необхідна розробка спеціальних технічних рішень (наприклад, монтаж обладнання в утруднених умовах, в діючому цеху, монтаж крупногабаритного обладнання і т. інше).

При монтажі обладнання невеликих і нескладних об'єктів керуються технологічними записками, що складаються проектними групами чи працівниками виробничо-технічних відділів монтажних організацій. у такій записці наводяться вихідні данні і обсяги робіт, терміни проведення робіт, перелік механізмів і пристроїв, що мають застосовуватись, способи і послідовність монтажу, графічні зображення послідовності виконання операцій складання машин, вказівки з вивірення вузлів і техніки безпеки.

3.3. ГРАФІКИ ПРОВЕДЕННЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ

Забезпечення проведення робіт у комплексі з будівництвом у встановлені терміни пов'язані з обов'язковим дотриманням вимог графіка.

Під поняттям «Графік» проведення монтажних робіт розуміють сукупність графіків виконання монтажних робіт, постачання обладнання, рух робочої сили, постачання конструкцій, матеріалів і виробів, здавання фундаментів, перекрить всього іншого, що тільки пов'язано з початком монтажних робіт. Проте при монтажі простих одноосібних об'єктів графік монтажу значно спрощується.

Розробляють наступні графіки проведення робіт:

- загальнобудівельні — директивні і зведені за об'єктами з урахуванням усіх видів робіт;
- робочі за окремими видами спеціальних робіт (наприклад, з монтажу обладнання).

Директивні графіки складають дуже укрупнено, а головна їх задача посягає в установленні загальних термінів і протяжності робіт за окремими їх видами (тобто, без деталей і подробиць).

Зведені графіки також складають достатньо укрупнено, оскільки вони призначаються для загального контролю за ходом будівництва.

Основою для виконання монтажних робіт є робочі графіки. Їх складають з подробицями, оскільки саме вони слугують керівним засобом для безпосередніх керівників робіт і майстрів.

На даний час у більшості випадків при плануванні ремонтних і монтажних робіт на практиці користуються переважно лінійними графіками. Хоча всі автори технічної літератури при розгляді питань планування ремонтних і монтажних робіт віддають беззаперечну перевагу сітьовим графікам. Початком запровадженням цих графіків

установлено 1956 р., коли в США ввели їх в одну із систем планування і управління (СПУ).

Недоліками лінійних графіків вважається наступне. Вони не відображують взаємозв'язку окремих робіт і не завжди дозволяють виділяти найбільш важливі визначальні роботи, від яких залежить виконання робіт в установлені терміни. Крім того, вони не володіють гнучкістю і не дозволяють виявляти додаткові трудові і матеріальні ресурси при виконанні окремих робіт, оперативно їх використовувати на інших більш трудомістких роботах і за рахунок цього скорочувати заплановану тривалість робіт.

Позитивом і перевагою мережевих графіків вважається те, що вони дозволяють наочно і повно показати обсяг і складність робіт, установити взаємозв'язок між ними, факти їх початку чи завершення, прогнозувати критичні роботи з приділенням основної уваги розробці заходів з їх успішного виконання, більш ефективно використовувати трудові і матеріальні ресурси шляхом їх розподілення між окремими роботами з метою прискорення виконання критичних робіт і за рахунок цього скоротити терміни робіт в цілому. Проте мережевий графік беззаперечно суттєво програє лінійному щодо зрозумілості і доступності його сприйняття виробниками-практиками, завдяки чому монтажники і ремонтники надають перевагу лінійним графікам. Тому кожний з них потребує удосконалення.

Для пояснення методології побудови мережевих графіків скористаємось матеріалами роботи [24].

Спочатку наведемо і пояснимо суть основних термінів, що застосовуються при мережевому плануванні.

Мережевий графік являє собою графічне зображення всіх робіт при монтажі (ремонті), їх взаємозв'язки і послідовність, при якій кожна робота визначається парою подій — попередньою і наступною. Графік складається із кружал-подій і стрілок-робіт, що поєднують кружала (рис. 1.2).

Робота являє собою технологічний процес, що пов'язаний з підготовленням чи проведенням монтажу чи ремонту. До роботи відносяться як виробничі процеси, що поєднані з витратами праці і часу, так і очікування з дотриманням певних технологічних перерв у роботі. Позначається робота номерами попередньої і наступної події (наприклад, робота 1–3, рис. 1.2).

Подія є проміжний чи остаточний результат однієї чи декількох робіт. Здійснювання подій необхідне для початку наступних

робіт. Позначається подія кружалом, що поділене на чотири сектори, в які заносяться наступні дані: у верхній сектор — номер події, в лівий сектор — раннє здійснення події, в правий сектор — пізнє здійснення події; в нижній — резерв часу здійснення події.

Фіктивна робота (залежність,зв'язок) є робота, яка не вимагає для свого виконання витрат праці і часу. Фіктивна робота відображає залежність здійснення однієї події від здійснення другої. Вона зображається штриховою лінією в бік наступної події. Наприклад, фіктивна робота 5–6 показує, що подія 6 може бути здійсненна після здійснення події 5.

Оцінка часу роботи (Т) — час, що необхідний для виконання даної роботи. Оцінка часу пишеться у дужках під лінією роботи біля наступної події.

Початкова подія графіка — подія, що не має попередніх робіт і визначає момент початку монтажу (ремонту) (подія 1).

Кінцева подія графіка — подія, що не має наступних робіт і визначає момент закінчення монтажу (ремонту) (подія 13).

Раннє здійснення подій (РЗП) — час від початкової події до можливого раннього здійснення даної події, тобто, мінімального можливого часу від початкової події до даної.

Пізнє здійснення події (ПЗП) — час від початкової події до найбільш пізнього допустимого здійснення даної події, при якому не збільшується тривалість монтажу.

Ранній початок роботи (РПР) — час від початкової події графіка до можливого раннього початку даної роботи.

Раннє закінчення роботи (РЗР) — час від початкової події графіка до можливого раннього закінчення даної роботи.

Пізній початок роботи (ППР) — час від початкової події графіка до найбільш пізнього допустимого початку даної роботи, при якому не збільшиться тривалість монтажу.

Пізнє закінчення роботи (ПЗР) — час від початкової події графіка до найбільш пізнього допустимого закінчення даної роботи, при якій не збільшується тривалість монтажу.

При розрахунках мережевого графіка витрачається РЗП для кожної події по черзі від першої до останньої. Для цього спочатку визначається РЗР для всіх робіт, що входять до даної події за формулою

$$РЗР=РЗП_{поп}+T,$$

де $РЗП_{поп}$ — раннє завершення попередньої події.

З отриманих РЗП вибирається найбільш тривала, яка і буде РЗП даної події. Наприклад (див. рис.1.2)

для події 2

$РЗП_2 = РЗР_{1-2}=РЗП_1+T_{1-2}=0+5=5;$

для події 3

$РЗР_{1-2} = РЗП_1+T_{1-3}=0+9=9,$

$РЗР_{2-3} = РЗП_2+T_{2-3}=5+7=12,$ отже $РЗП_2=12;$

для події 4

$РЗР_{1-4} = РЗП_2+T_{1-4}=0+3=3,$

$РЗР_{2-4} = РЗП_2+T_{2-4}=5+6=11,$

$РЗР_{3-4} = РЗП_3+T_{3-4}=12+4=16,$ отже $РЗР_4=16;$

для події 5

$РЗП_5 = РЗР_{2-5}=РЗП_3+T_{3-5}=12+4=16;$

для події 6

$РЗР_{5-6} = РЗП_5+T_{5-6}=16+0=16$ (тут T_{5-6} — оцінка часу фіктивної роботи, що має нульову тривалість),

$РЗР_{3-6} = РЗП_3+T_{3-6}=12+14=26,$ отже $РЗП_6=26;$

для події 7

$РЗР_{3-7} = РЗП_3+T_{3-7}=12+5=17,$

$РЗР_{4-7} = РЗП_4+T_{4-7}=16+10=26,$ отже $РЗП_7=26;$

для події 8

$РЗР_{5-8} = РЗП_5+T_{5-8}=16+6=22,$ отже $РЗП_8=22;$

для події 9

$РЗР_{6-9} = РЗП_6+T_{6-9}=26+13=39,$

$РЗР_{7-9}=РЗП_7+T_{7-9}=26+15=41,$ отже $РЗП_9=41;$

для події 10

$РЗР_{8-10} = РЗП_8+T_{8-10}=22+3=25,$

$РЗР_{6-10} =РЗП_6+T_{6-10}=26+7=33,$

$РЗР_{9-10}=РЗП_9+T_{9-10}=41+8=49,$ отже $РЗП_{10}=49;$

для події 11

$РЗР_{4-11} = РЗП_4+T_{4-11}=16+16=32,$

$РЗР_{9-11}=РЗП_9+T_{9-11}=41+17=58,$ отже $РЗП_{11}=58;$

для події 12

$РЗР_{10-12} = РЗП_{10}+T_{10-12}=49+7=56,$

$РЗР_{11-12}=РЗП_{11}+T_{11-12}=58+10=68,$ отже $РЗП_{12}=68;$

для події 13

$РЗР_{8-13} = РЗП_8+T_{8-13}=22+8=30,$

$РЗР_{11-13}=РЗП_{11}+T_{11-13}=58+8=66,$

$РЗР_{12-13}=РЗП_{12}+T_{12-13}=68+8=76.$

Таким чином, приймаємо здійснення події $ПЗП_{13}=76$.

Наступним кроком розрахунків є визначення часу пізнього здійснення подій для правого сектора кожної події. Розрахунки виконуються у зворотній черзі від останньої події до першої.

Для цього користуються формулою

$$ППР=ПЗП_{наст}-T,$$

де $ПЗП_{наст}$ — пізнє здійснення наступної події.

Із отриманих ППР вибирається найменше,яке і буде ПЗП даної події. Наприклад:

для події 12

$ПЗП_{12} = ППР_{12-13}-T_{12-13}=76-8=68;$

для події 11

$ПЗП_{11} = ППР_{11-13}-T_{11-3}=76-8=68;$

$ПЗП_{11} = ППР_{11-12} - T_{11-12}=68-10=58$, отже $ПЗП_{11}=58;$

для події 10

$ПЗП_{10} = ППР_{10-12} - T_{10-12}=68-7=61;$

для події 9

$ПЗП_9 = ППР_{9-10} -T_{9-10}=61-8=53;$

$ПЗП_9= ППР_{9-11}-T_{9-11}=58-17=41$, отже $ПЗП_9=41;$

для події 8

$ПЗП_8=ППР_{8-10} - T_{8-10}=58;$

$ПЗП_8=ППР_{8-13} - T_{8-13}=76-8=68$, отже $ПЗП_8=58;$

для події 7

$ПЗП_7 = ППР_{7-9} - T_{7-9} = 41-15=26;$

для події 6

$ПЗП_6 = ППР_{6-9} - T_{6-9} = 41-13=28;$

$ПЗП_6 = ППР_{6-10} - T_{6-10} = 61-7=54$, отже $РЗП_6 = 28;$

для події 5

$ПЗП_5 = ППР_{5-6} - T_{5-6} = 28м-0 = 28;$

$ПЗП_5 = ППР_{5-8}-T_{5-8} = 58-6 = 52$, отже $РЗП_5 = 28;$

для події 4

$ПЗП_4 = ППР_{4-7} = T_{4-7} = 26-10 = 16;$

для події 3

$ПЗП_3 = ППР_{3-4}-T_{3-4} = 16-4 = 12,$

$ПЗП_3 = ППР_{3-5}-T_{3-5} =28-4 = 24,$

$ПЗП_3 = ППР_{3-7}-T_{3-7} = 26-5 =21,$

$ПЗП_3 = ППР_{3-6}-T_{3-6} = 28-14 = 14$, отже $ПЗП_3 = 12;$

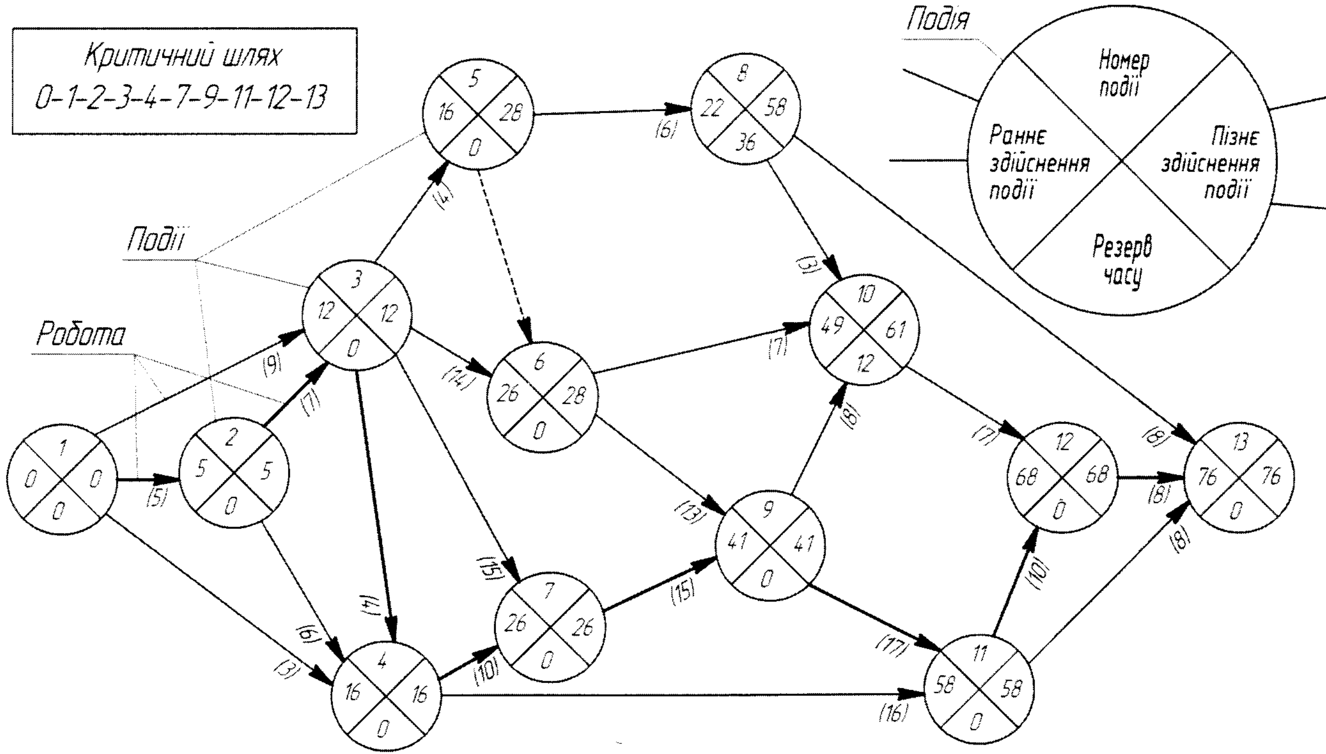


Рисунок 1.2
Мережевий графік

для події 2

$ПЗП_2 = ППР_{2-3} - Т_{2-3} = 12-7 = 5,$

$ПЗП_2 = ППР_{2-4} - Т_{2-4} = 16-6 = 10,$ отже $ПЗП_2 = 5.$

Після визначення РЗП і ПЗП для кожної події визначається резерв часу для кожної події.

Резерв часу здійснення події (*РЧЗП*) являє собою час, на який можна затримати здійснення даної події без збільшення часу тривалості монтажу (ремонту). Резерв часу здійснення події дорівнює різниці між пізнім та раннім здійсненням події, тобто

$$РЧЗП = ПЗП - РЗП.$$

Тоді для події 2 $РЧЗП_2=ПЗП_2-РЗП_2=0$; для кожної події 3 $РЧЗП_3=ПЗП_3- -РЗП_3=12-12=0$; для події 4 $РЧЗП_3=ПЗП_4=16-16=0$; для події 5 $РЧЗП_5=ПЗП_5-РЗП_5=28-16=12$; для події 6 $РЧЗП_6=ПЗП_6-РЗП_6=28-26=2$; для події 7 $РЧЗП_7=ПЗП_7-РЗП_7=26-26=0$; для події 8 $РЧЗП_8=ПЗП_8-РЗП_8=58-22=36$, для події 9 $РЧЗП_9=ПЗП_9-РЗП_9=41-41=0$; для події 10 $РЧЗП_{10}=ПЗП_{10}-РЗП_{10}=61-49=12$; для події 11 $РЧЗП_{11}=ПЗП_{11}-РЗП_{11}=58-58=0$; для події 12 $РЧЗП_{12}=ПЗП_{12}-РЗП_{12}=68-68=0$; для події 13 $РЧЗП_{13} = ПЗП_{13}-РЗП_{13}=76-76=0.$

Далі визначаються *загальний резерв часу (ЗРЧ) і приватний резерв* часу (ПРЧ).

Загальний резерв часу роботи являє собою запас часу, який має дана робота, коли попередня подія цієї роботи здійснюється в самий ранній термін. а наступна подія — в самий пізній, тобто

$$ЗРЧ=ПЗП_{ост} - РЗП_{поп} - Т.$$

Наприклад, для робіт: 1–2; 1–3; 1–4; 2–3; 2–4; 3–4; 3–5; 3–6; 3–7; 8–13; 11–13; 12–13.

$ЗПЧ_{1-2}= ПЗП_2- РЗП_1-Т_{1-2}=5-0-5=0;$

$ЗПЧ_{1-3}= ПЗП_3- РЗП_1-Т_{1-3}=12-0-9=3;$

$ЗПЧ_{1-4}= ПЗП_4- РЗП_1-Т_{1-4}=16-0-3=13;$

$ЗПЧ_{2-3}= ПЗП_3- РЗП_2-Т_{2-3}=12-5-7=0;$

$ЗПЧ_{2-4}= ПЗП_4-РЗП_2-Т_{2-4}=16-5-6=5;$

$ЗПЧ_{3-4}= ПЗП_4- РЗП_3-Т_{3-4}=16-12-4=0;$

$ЗПЧ_{3-5}= ПЗП_5- РЗП_3-Т_{3-5}=28-12-4=12;$

$ЗПЧ_{3-6}= ПЗП_6- РЗП_3-Т_{3-6}=28-12-14=2;$

$ЗПЧ_{3-7}= ПЗП_7- РЗП_3-Т_{3-7}=26-12-5=9;$

....

$ЗПЧ_{8-13}= ПЗП_{13}- РЗП_8-Т_{8-13}=76-22-8=36;$

$ЗПЧ_{11-13}= ПЗП_{13}- РЗП_{11}-Т_{11-13}=76-58-8=10;$

$ЗПЧ_{12-13}= ПЗП_{13}- РЗП_{12}-Т_{12-13}=76-68-8=0.$

Приватний резерв часу роботи (ПРЧ) являє собою запас часу, який має дана робота, коли попередня і наступні події цієї роботи виконується у самі ранні терміни, тобто

$$ПРЧ = РЗП_{ост} - РЗП_{поп} - Т.$$

Наприклад, для тих же робіт.

$ПРЧ_{1-2}= РЗП_{2}-РЗП_{1}-Т_{1-2}=5-0-5=0;$

$ПРЧ_{1-3}= РЗП_{3}- РЗП_{1}-Т_{1-3}=12-0-9=3;$

$ПРЧ_{1-4}= РЗП_{4}-РЗП_{1}-Т_{1-4}=16-0-3=13;$

$ПРЧ_{2-3}= РЗП_{3}- РЗП_{2}-Т_{2-3}=12-5-7=0;$

$ПРЧ_{2-4}= РЗП_{4}- РЗП_{2}-Т_{2-4}=16-5-6=5;$

$ПРЧ_{3-4}= РЗП_{4}- РЗП_{3}-Т_{3-4}=12-12-4=0;$

$ПРЧ_{3-5}= РЗП_{5}- РЗП_{3}-Т_{3-5}=16-12-4=0;$

$ПРЧ_{3-6}= РЗП_{6}- РЗП_{3}-Т_{3-6}=26-12-14=0;$

$ПРЧ_{3-7}= РЗП_{7}- РЗП_{3}-Т_{3-7}=26-12-5=9;$

....

$ПРЧ_{8-13}= РЗП_{13}- РЗП_{8}-Т_{8-13}=76-22-8=36;$

$ПРЧ_{11-13}= РЗП_{13}- РЗП_{11}-Т_{11-13}=76-58-8=10;$

$ПРЧ_{12-13}= РЗП_{13}- РЗП_{12}-Т_{12-13}=76-68-8=0.$

Різниця між загальним й приватним резервами часу роботи для наступної події даної роботи визначається за формулою:

$$РЧП = ЗРЧ - ПРЧ.$$

Для тих же робіт: $РЧП_{1-2}=0$; $РЧП_{1-3}=0$; $РЧП_{1-4}=0$; $РЧП_{2-3}=0$; $РЧП_{2-4}=0$; $РЧП_{3-4}=0$; $РЧП_{3-5}=12$; $РЧП_{3-6}=2$; $РЧП_{3-7}=0$; $РЧП_{8-13}=0$; $РЧП_{11-13}=0$; $РЧП_{12-13}=0$.

Загальний резерв часу роботи показує, на скільки часу можна збільшити виконання даної роботи без збільшення тривалості монтажу.

Приватний резерв часу роботи показує, на скільки часу можна збільшити виконання даної роботи без збільшення раннього здійснення наступної події.

Різниця між загальним і приватним резервами часу робіт вказує на те чи є необхідність коригування графіку і за рахунок чого це доцільно робити.

Критичний шлях являє собою безперервну послідовність робіт і подій від початкової події до кінцевої, для виконання якої потрібний найбільший час. Тобто, критичний шлях є найбільш протяжним, його роботи не мають резерву часу. Зокрема на рис.1.2 показано критич-

ний шлях жирними лініями-роботами 1–2; 2–3; 3–4; 4–7; 7–9; 9–11; 11–12; 12–13.

Існують також поняття «Підкритичний шлях» і «Надкритичний шлях».

Підкритичний шлях являє собою послідовність робіт і подій, яка має резерви часу, що близькі до нуля.

Надкритичний шлях є послідовність робіт і подій, що має від'ємні резерви часу. Тобто, для подій надкритичного шляху пізнє здійснення подій менше за ранню подію. При цьому тривалість надкритичного шляху більше запланованого терміну монтажу чи ремонту.

Для побудови графіка спочатку складають перелік робіт, що виконуються, з указівкою номерів попередніх і наступних операцій (подій) (табл. 1.1).

Перелік робіт установлюють згідно затвердженому проекту організації робіт (ПОР). Необхідний час їх виконання розраховують з урахуванням обсягу робіт, норм витрат часу і кількості виконавчого персоналу.

За цими визначеннями будуть графік, розраховують ранні і пізні здійснення подій, резерви часу здійснення подій, вписують їх у відповідні сектори кружал графіка і жирними лініями виділяють критичний шлях.

Якщо сумарна тривалість робіт, що перебувають на критичному шляху, виявиться більшою за заплановий термін, то оцінювання часу окремих робіт належить зменшити за рахунок розподілення трудових ресурсів.

Після цього критичний шлях залишається тим же, але його протяжність стане більш короткою на декілька одиниць часу.

Проте в процесі виконання робіт іноді виникає необхідність у переоцінюванні робіт. При цьому співставляють час, що фактично залишається до закінчення робіт, із загальною тривалістю невиконаних робіт критичного шляху і установлюють степінь випередження чи відставання монтажу (ремонту) від графіка. Якщо тривалість критичного і підкритичного шляхів перевищує заплановану, то з робіт, що входять до подій, які володіють резервами часу їх здійснення, знімають частину робітників для прискорення виконання робіт критичного і підкритичного шляхів.

Графік може піддаватись оптимізації після побудови його першого варіанту, метою якої є досягнення максимального ефекту при

мінімальних витратах. Проте оптимізація вимагає багаторазової проробки різних варіантів графіка і є достатньо трудомісткою операцією. Тому при великій кількості операцій — подій доцільно використовувати ЕОМ.

Таблиця 1.1

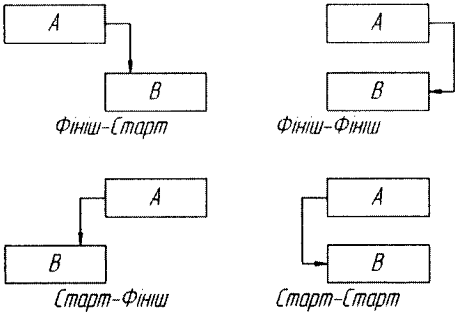
До побудови мережевого графіка на монтаж редуктора

Номер події	Подія	Номер роботи	Робота	Тривалість роботи, год	Резерв часу події, год
1	Монтаж розпочато	1–2	Установлення базової деталі	12	0
2	Базова деталь установлена	2–5	Підливання і витримування бетону	72	0
3	Друга ступінь зібрана	2–3	Складання другої ступені	10	58
4	Перша ступінь складена	3–4	Складання першої ступені	4	58
5	Бетон підлито і витримано	4–5	Очікування	–	58
6	Друга ступінь змонтована	5–6	Монтаж другої ступені	6	0
7	Маслосистема змонтована	6–7	Монтаж масло системи	8	0
8	Перша ступінь змонтована	6–8	Вивірення	3	3
9	Вивірення закінчено	8–9	Монтаж першої ступені	2	3
10	Монтаж закінчено	9–10	Випробування	7	0

В останні роки широко використовується мережеве і календарне планування на підґрунті діаграми Ганта, які він розробив ще 1919 р. І вона стала головним інструментом, що застосовується при

плануванні різноманітних робіт. Але в 1990-х роках ця методика була удосконалена, зокрема, доповнена описом залежностей між задачами з дотиком наступних зв'язків:

- *Фініш-Старт* — операція в не може розпочатись до закінчення операції А;
- *Фініш-Фініш* — операція в повинна закінчитися не раніше операції А;
- *Старт-Старт* — операція в розпочинається не раніше операції А;
- *Старт-Фініш* — операція в не може закінчитись поки не розпочнеться операція А.



При цьому використовується обчислювальна техніка з використанням сучасного програмного забезпечення. Зокрема в системах мережевого планування і управління. Найбільш поширеною на сьогодні є програма Microsoft Project Professional 2016 під управлінням операційної системи Windows.

Практичний інтерес, на наш погляд, являє і діаграма Ганта у вигляді лінійного графіка. На ньому перелік робіт розташовується зліва, а їх тривалість відображається за допомогою горизонтальних відрізків, розташованих відповідно до дат початку і закінчення (рис 1.3).

Позитивом діаграми Ганта є те, що вона, напротивагу традиційним лінійним графікам передбачає виділення критичної і некритичної робот і резерв (запас) часу на некритичні роботи. і в цій діаграмі, які і на мережевих графіках, критична робота (критичний шлях) не має резерву часу. Тому, ясна річ, при непередбачуваних перепонах на критичному шляху ситуацію можна поправити за рахунок резерву часу на некритичні роботи. Причому діаграма базується на логічній системі зв'язків, що розглядалась вище.

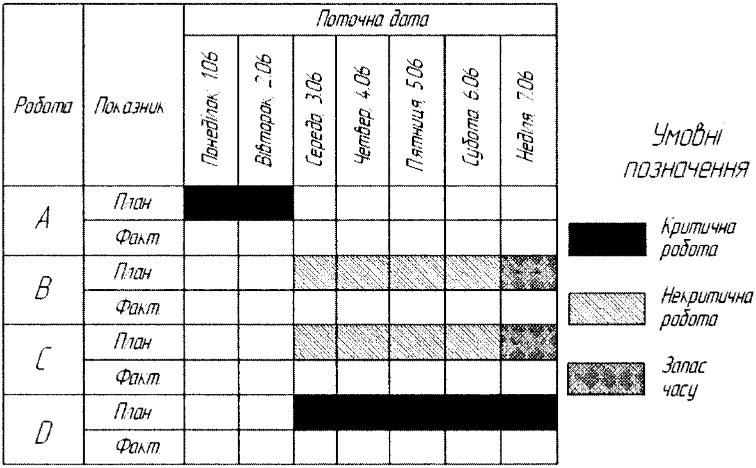


Рисунок 1.3
Діаграма Ганта

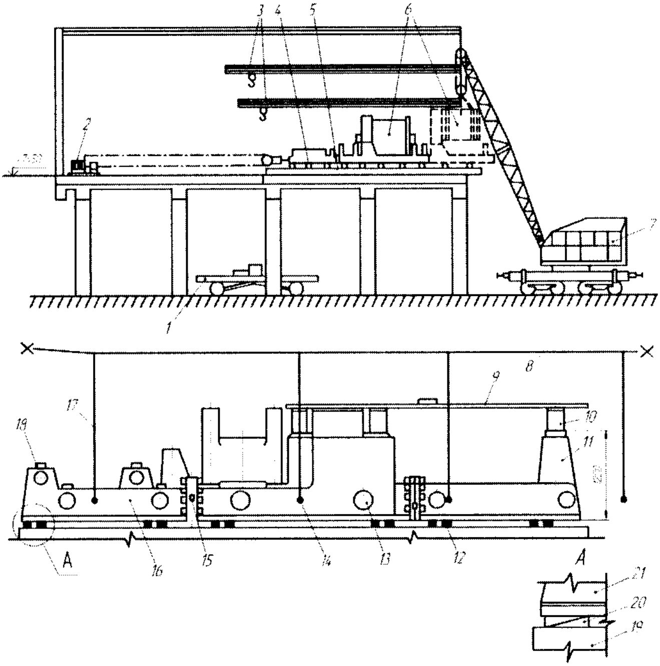
3.4. ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ МОНТАЖУ

У випадках, коли монтажники мають здійснювати монтаж обладнання, з яким вони не зустрічались раніше, то вкрай доцільно на монтаж цього обладнання складати технологічні схеми. Крім того, крупні машини і їх комплекси, наприклад, прокатні стани, поставляються заводами-виробниками у вигляді окремих вузлів. Тому ці розрізнені частини складаються під час монтажу в одне ціле, що також потребує інструктивних вказівок, які значно краще сприймаються у супроводі графічного матеріалу, тобто, у вигляді технологічних схем. Більш того технологічні схеми монтажу слугують у випадках складання проектів проведення робіт і технологічних карт. У найбільш простих випадках технологічна схема з пояснювальною запискою може слугувати єдиним документом для проведення монтажних робіт.

Докладність розроблення технологічної схеми залежить від ряду обставин, причому в першу чергу від кваліфікації виконавців і знайомства їх з даною машиною. Якщо персонал монтує складну машину вперше, то технологічна схема повинна бути розроблена достатньо детально. В цьому випадку належить, крім загальної технологічної схеми складання машини, розробити технологічні схеми складання окремих вузлів чи груп вузлів цієї машини. Прості і добре знайомі монтажникам машини можна монтувати без користування

технологічними схемами, а обмежитись розглядом і вивченням креслень машини із вказівкою на них порядку проведення монтажу.

На технологічних схемах монтажу обладнання до того ж показують і систему його вивірення. На рис.1.4 показана скорочена схема монтажу скіпової лебідки [18].



1 — платформа для подавання під монтаж вузлів лебідки; 2 — електролебідка; 3 — електроталі; 4 — котки; 5 — рейки; 6 — барабан лебідки; 7 — кран; 8 — струна; 9 — контрольна лінійка; 10 — підставка під лінійку; 11 — права частина станини; 12–20 — підкладки; 13 — середня частина станини; 14 — висок; 15 — шпонка в стику станини; 16 — ліва частина станини; 17 — нитка виска; 18 — рівень; 19 —фундамент ; 21 — станина

Рисунок 1.4

Схема монтажу скіпової лебідки

Із технологічної схеми виходить, що вузли лебідки подаються на платформі 1 в зону дії крана 7, який і подає їх до місця монтажу. Але кран не може установити ту ж станину, яка складається з трьох окремих частин, безпосередньо в її проектне положення. Тому станина установлюється на котки і за допомогою лебідки 2 перекочу-

ється у проектне положення. Вивільняється ж станина від котків за допомогою талей 3.

3.5. ТЕХНОЛОГІЧНІ КАРТИ

Технологічні карти запозичені із машинобудівних підприємств, де вони є основними керівними документами при виготовленні і складанні обладнання. Тому такі карти особливо підходять для організації монтажних робіт, що близькі за своїм характером до операцій із складанням обладнання на машинобудівних підприємствах.

Технологічні карти мають наступні складові:

- графік проведення робіт, їх обсяг, вартість і потребу в робітниках певної кваліфікації і розряду;
- відомість необхідних для монтажу матеріалів та напівфабрикатів;
- перелік монтажного обладнання, інвентаря і пристосувань (неінвентарні пристосування подаються у карті у вигляді робочих креслень чи ескізів);
- вказівки з такелажних і розвантажувальних операцій, горизонтального і вертикального переміщення обладнання до посадкових місць;
- технологічні схеми складання;
- опис операцій з контролю взаємного спряження вузлів чи груп, положення машини відносно будови чи інших машин із вказівкою зазорів, натягів, вільного ходу і т.інше;
- опис і послідовність операцій з налагодженням і пуском обладнання.

Одночасно з технологічною картою розробляється детальний кошторис на проведення робіт.

Типова технологічна карта складається з чотирьох розділів.

У першому розділі наводиться графік виконання робіт, в якому вказується перелік робіт, їх кількість, маса обладнання, трудомісткість, вартість, склад монтажних бригад, а також календарний графік.

У другому розділі, що виконується у вигляді таблиці, надається перелік ліміту матеріалів і напівфабрикатів з вказівкою їх найменувань, одиниць вимірів і кількості (за проектом і фактичної).

У третьому розділі, що виконується також у вигляді таблиці, приводиться перелік обладнання, інвентаря і пристосувань з вказівкою найменувань, одиниць виміру і кількості (за проектом і фактичної).

У четвертому розділі даються вказівки щодо проведення монтажних робіт. Розглянемо четвертий розділ на прикладі вказівок щодо монтажу скіпової лебідки (рис. 1.4).

Елементи лебідки подають у монтажну зону на залізничній платформі. Важковагові деталі монтують з переміщенням їх залізничним краном із стрілою l=15 м, деталі масою до 5 т — талями вантажопідйомністю 5 т. Частини, з яких складається станина, піднімають на відмітку +7.450 і установлюють на котки із труб. Після підйому кожну частину переміщують поліспастами, щоб вивільнити місце для наступної частини.

На складену станину установлюють барабан. Весь вузол насувають на фундамент, установлюють на підкладки і вимірюють за допомогою рівня 9 чи з використанням геодезичної апаратури). Допустимі відхилення від горизонтальності мають бути в межах 0,1 мм/м. Після вивірення підкладки зварюють між собою. Услід за попереднім установленням станини і з'єднання частин пасівними болтами і шпильками забивають призматичні клини назустріч один іншому. Допуск на повноту клинів має складати близько 0,15 мм. Зміщення станини від проектних осей допускається до 20 мм в будь-який бік. В залежності від висоти болтів і нарізної їх частини установлення по висоті можна допускати лише з відхиленням вгору (до 20 мм). Зазор між стиками роз'ємних частин станини має бути не більш 0,05 мм.

При установленні барабана з валом і підшипниками в корпусах зазор по роз'єму корпусу з обох сторін повинен бути рівномірним і не перевищувати 0,05–0,06 мм.

Гальмо, проміжний і редукційний вали і інші некрупні деталі монтують за допомогою талей (Q=5 т). При регулюванні гальм зазори між гальмовими колодками повинні бути рівномірними і не перевищувати 1,5–2 мм. При загальмованому стані гальма зазор між повинен бути в межах 10 мм, а хід якоря відрегульовано на цю ж величину. Відхилення у бік збільшення можна допускати не більше, ніж на 2–4 мм.

Після складання лебідку належить обкочувати без канатів на протязі 2 годин в кожний бік, потім навісити канати, з'єднати зі скіпами і обкочувати і регулювати всю систему.

Нагрів підшипників під час випробування допускається не більш ніж на 50°C вище температури навколишнього середовища.

Розділ 2
Обладнання та пристосування для такелажних робіт

Такелажними роботами називають операції з підйому і переміщенню обладнання в процесі монтажних, ремонтних і вантажно-розвантажувальних робіт, а також з утримання у підвішеному стані деталей і вузлів при закріпленні їх чи знятті з обладнання. Найбільш відповідальними такелажними операціями є установлення базових деталей на фундаменти і плити, а також установлення і зняття укрупнених вузлів обладнання у процесі складання і припасування.

В середині цеху такелажні роботи здійснюють, головним чином, за допомогою мостових кранів чи кран-балок. Проте при недостатній вантажопідйомності мостових кранів і при їх монтажі використовуються монтажні мачти і монтажні балки.

Для підйому вантажів на незначну висоту без переміщення використовують талі і домкрати. Пересування вантажів із одного прогону цеху в інший здійснюють передатними рейковими візками. При відсутності візків вантажі пересувають за допомогою поліспастів і лебідок, на котках чи по рейковому підмосту. Важке обладнання зручніше і безпечніше пересувати за допомогою лебідок по рейковому підмосту, який укладається на шпалах.

Зовні цеху, на відкритих майданчиках, такелажні роботи здійснюються за допомогою баштових і стрілових самохідних кранів, мачт, мачтово-стрілових кранів і таке інше.

Згідно з призначенням весь комплекс такелажу поділяється на такелажні засоби, такелажні споруди і підйомні механізми.

Основними такелажними засобами є канати, ланцюги, стропи, блоки, поліспасти, гаки, провушини, стяжки, коуші, затискачі і інше.

До такелажних споруд відносяться мачти, стрічкові підйомники, козли, триноги, шеври і інші споруди, якими користуються при монтажі на випадок відсутності кранів чи наявності кранів недостатньої вантажопідйомності, а також при монтажі самих кранів.

До вантажопідйомних механізмів відносять лебідки,талі (тельфери), домкрати, крани різних систем: мостові, козлові, баштові, мостово-стрілові, стрілові залізничні, автомобільні, на пневмоколісному і гусеничному ходу і інші.

1. ОСНОВНІ ТАКЕЛАЖНІ ЗАСОБИ

1.1 КАНАТИ

При монтажних роботах в якості такелажу найбільшого поширення набули сталеві канати, які поділяються за цілою низкою наступних ознак:

- матеріал осереддя;
- конструкція;
- типи звивання сталок і канати одинарного звивання;
- спосіб звивання;
- степінь зрівноваженості;
- напрям звивання;
- поєднання напрямів звивання канатів і їх елементів;
- механічні властивості;
- вид покриття поверхні дротів у канаті;
- призначення;
- точність виготовлення.

Щодо матеріалу осереддя. Канати бувають з осереддям із натуральних чи синтетичних матеріалів (позначаються буквами ОС) і з металевим осереддям (позначаються буквами МС).

Осереддя слугує внутрішньою опорою і амортизатором для сталок і самого каната. Зазвичай використовуються органічні осереддя, що просичуються антикорозійними і противогнилостними складами.

В залежності від кількості дротів у канаті, канати бувають різної гнучкості: менш гнучкі складаються із 42 дротів; гнучкі — із 72 дротів (по 12 в кожній сталці навколо осереддя з прядива), канати підвищеної гнучкості, що звиті із 144 тонких дротів (по 24 в кожній прядці) навколо осереддя з прядива.

Щодо конструкції. Канати бувають: одинарного звивання (спіральні), які складаються із одного, двох чи трьох концентричних шарів дроту у вигляді спіралі; подвійного звивання, які складаються із сталок, що звиті в один чи декілька концентричних шарів; потрійного звивання, що складаються із канатів подвійного звивання (стренг) і звиті в концентричний шар.

Щодо способу звивання. Канати, що не розкручуються (позначаються буквою Н) і канати, що розкручуються (позначаються буквою Р).

Щодо степені зрівноваженості. Канати бувають рихтовані (позначаються буквою Р) і нерихтовані.

Щодо напряму звивання канату. Канати бувають правого звивання і лівого звивання (останні позначаються буквою Л).

Щодо сполучення напрямів звивання канату і їх елементів. Канати бува-ють: хрестового звивання (напрями звивання канату і напрями звивання стренг і сталок протилежні); однобічного звивання (напрями звивання сталки дроту у сталці однакові), (позначаються буквою О).

Щодо механічних властивостей. Канати бувають: найвищої марки (позначаються буквами ВК); вищої марки (позначаються буквою В); першої марки (позначаються цифрою I); другої марки (позначаються цифрою II).

Щодо типу покриття поверхні дротів. Канати бувають: із дроту без покриття; із оцинкованого дроту в залежності від поверхневої щільності цинку (С — для середніх агресивних умов роботи; Ж — для жорстких агресивних умов роботи; ОЖ — для особливо жорстких агресивних умов роботи).

Щодо призначення канатів. Канати бувають: вантажоморських марок ВК, в (позначаються буквами ГЛ) і вантажні (позначаються буквою Г).

Щодо точності виготовлення. Канати бувають звичайної і підвищеної точності (останні позначаються буквою Т).

Канати типу ТК застосовуються для напружених умов експлуатації, знакозмінні вигини і пульсуючі навантаження незначні чи повністю відсутні (зокрема можуть застосовуватись для розчалювання монтажних споруд).

Канати типу ЛК-О стійко працюють в умовах сильного зносу завдяки верхньому шару дроту збільшеного діаметра. Зокрема восьмисталкові канати використовуються для оснащення ліфтів і іншого вантажопідйомного обладнання.

Канати ЛК-Р застосовуються лише тоді, коли в процесі експлуатації вони піддаються дії агресивних середовищ, інтенсивному знакозмінному вигину. Крім того вони також використовуються і при дуже напружених умовах на кранах, шахтних підйомниках, екскаваторах і т.д.

Канати потрійного звивання застосовуються тоді, коли основними експлуатаційними вимогами є максимальна гнучкість і пружність, а їх міцність немає вирішуючого значення.

Канати ЛК-РО відрізняються порівняно великою кількістю дротів у сталках і тому володіють підвищеною гнучкістю. Наявність у зовнішньому шарі відносно товстих дротів дозволяє успішно застосовувати їх в умовах абразивного зносу і агресивних середовищ.

Канати типу ЛК — з застосовуються майже у всіх галузях промисловості, оскільки володіють дуже великою гнучкістю, але не повинні піддаватись дії агресивних середовищ.

Канати подвійного звивання типу ТЛК належить застосовувати тоді, коли використання канатів з лінійним контактом дротів у сталках неможливе через порушення установлених співвідношень між діаметрами органів навивання і діаметрами дротів чи відсутності можливостей забезпечення рекомендованого запасу міцності.

На рис. 2.1 показані поперечні перерізи найбільш поширених канатів, що використовуються у вантажопідйомних машинах і пристосуваннях.

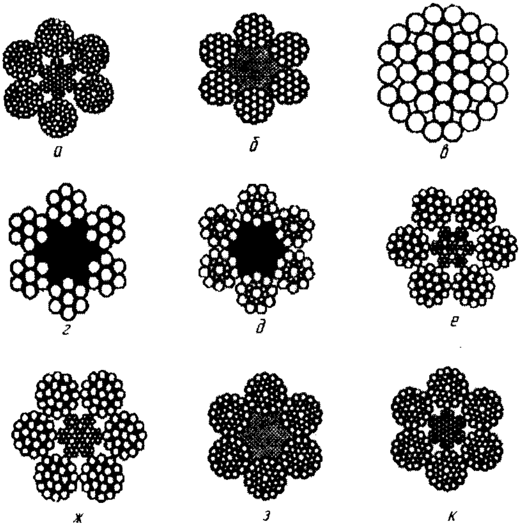


Рисунок 2.1

Перерізи канатів: ЛК — РО з металевим осереддям (ГОСТ 16853-88) (а); ЛК — Р з подвійним звиванням (ГОСТ 2688-80) (б); ТК з одинарним звиванням (ГОСТ 3064-80) (в); ЛК — О з подвійним звиванням (ГОСТ 3069-80) (г); ЛК — О з подвійним звиванням (ГОСТ 3077-88) (д); ЛК — з з подвійним звиванням (ГОСТ 7665-80) (е); ЛК — з з подвійним звиванням (ГОСТ 7667-80) (ж); ЛК — РО з подвійним звиванням (ГОСТ 7668-80) (з); ЛК — РО з подвійним звиванням (ГОСТ 7669-80) (к).

Канати вибираються за величиною розривного зусилля, яке визначається за формулою

$$P_p \geq S_{\max} \cdot k,$$

де $S_{\max}$ — максимальне розрахункове зусилля натягу в канаті;

k — коефіцієнт запасу міцності, значення якого наведені нижче.

Підйомно-транспортні пристрої при режимах роботи:	Значення k
ручному	4,5
легкому	5,0
середньому	5,5
важкому	6,0
Розчалки і відтяжки	3,5
Канати лебідок для підйому людей	9,0

Величина зусилля натягу залежить від розташування гілок канатів у поліспастній системі. За установленим значенням розривного зусилля вибирається канат з таблиць довідників у бік більшого значення рекомендованого зусилля.

1.2 ЗАСОБИ ДЛЯ СТРОПУВАННЯ

Стропуванням називається операція з'єднання вантажу, що підлягає підняттю і переміщенню, з гаком чи сергою підйомного механізму. Стропування здійснюється за допомогою сталевих канатів і спеціальних монтажних пристосувань — стропів, що виготовляються із сталевих канатів.

При використанні канатів, що називаються чалочними, під час стропування виникає необхідність в'язати чалочні вузли. Найбільш поширені вузли показано на рис. 2.2.

Проте у більшості випадків для стропування використовуються стропи, що виготовлені із канатів (рис. 2.3) і ланцюгів. Поряд з вказаними на рис. 2.3 застосовуються багатогілкові стропи, що слугують для підйому елементів за дві або чотири точки. При стропуванні чотиригілковим стропом слідкують за тим, щоб всі його гілки працювали в однакових умовах і навантаження передавалось на всі гілки рівномірно. Оскільки неправильне стропування може стати причиною аварії при підйомі. Тому вкрай важливо, щоб при підйомі вантаж перебував у рівновазі. Це означає, що стропи повинні бути прикріпленні в центрі тяжіння вантажу, чи таким чином, щоб рівнодіюча зусиль у стропах проходила через центр тяжіння вантажу.

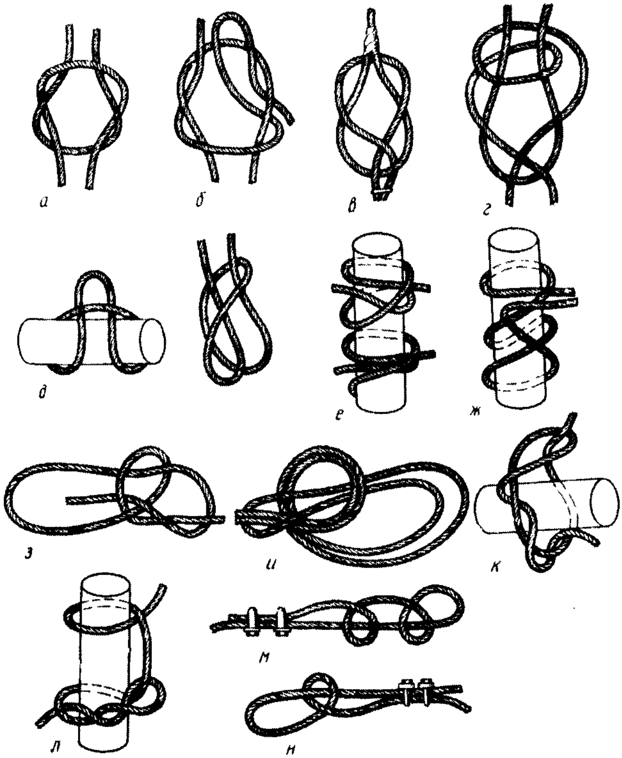


Рисунок 2.2

Чалочні вузли: прямий (а); рифовий (б); в'язка в петлю (в); брамшкотовий (г); мертва петля (д); вибленочний (е); подвійний вибленочний (ж); морський (з); подвійний морський (й); «удавка» (к); «удавка» з накладенням (л); штиковий (м); напівштиковий (н)

Стропи мають бути надійно захищені від зісковзування під час підйому у випадках мимовільного порушення рівноваги. Для цього використовують спеціальні пристосування — обмежувачі, а якщо їх немає, то ставляють обмежувачі у вигляді приварених відрізків кутової сталі.

Під стропи належить ставити підкладки, що відвертають їх від перегину на гострих пругах вантажу. Ці підкладки можуть бути металевими (інвентарними), але краще використовувати дерев'яні, що не ковзають по металу.

Користуватись необхідно тільки стропами із незношених канатів. При цьому слід звертати увагу на те, щоб стропи мали закріплену

на них металеву бирку, на якій вказується порядковий номер, вантажопідйомність і дата випробувань.

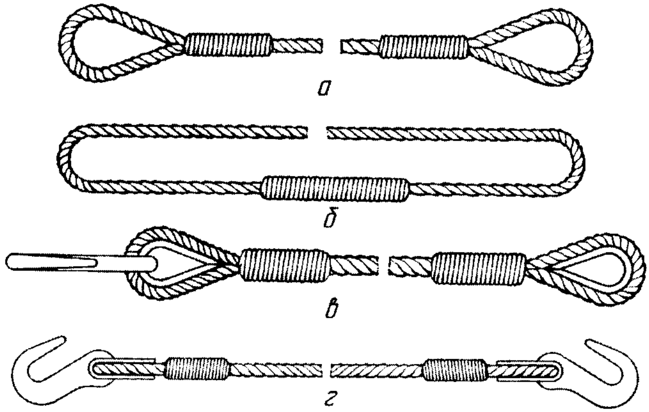


Рисунок 2.3

Стропи: з двома петлями (а); універсальний (б); з петлею і гаком (в); з двома гаками (г).

Якщо в кранах канати займають вертикальне положення, то стропи у більшості випадків при стропуванні вантажів розташовуються відносно вертикалі під певним кутом і це необхідно урахувати. Оскільки зі збільшенням кута підвіски α стропа збільшується зусилля натягу (рис. 2.4) і при α = 90° зусилля натягу теоретично може досягати нескінченності, що може призвести до руйнування стропів. Тому кут α не повинен перевищувати 60°. Крім того при перевищенні кута 60° знижується стійкість вантажу.

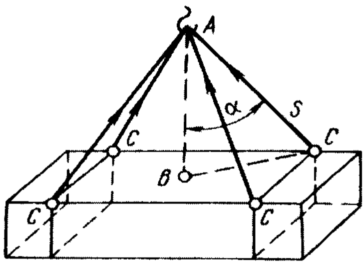


Рисунок 2.4

До визначення зусилля натягу у гілках стропу

При підвішуванні вантажу до гака за допомогою декількох гілок стропа (рис. 2.4) зусилля натягу в кожній гілці визначається за формулою:

$$S = \frac{Q}{m \cdot \cos\alpha} \cdot k_H,$$

де Q — вага вантажу;

m — число гілок;

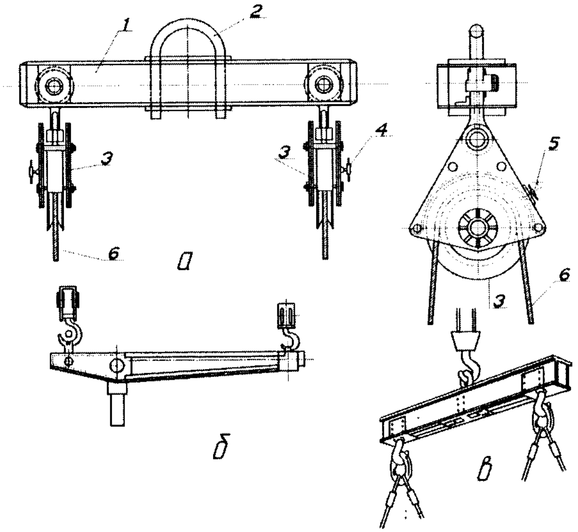
α — кут нахилу гілок до вертикалі;

k_H — коефіцієнт нерівномірності навантаження гілок.

Якщо вантаж підвішено на двох гілках, $k_H = 1$. При кількості гілок більше двох $k_H = 1{,}3 - 1{,}4$.

Стропування і розстропування вантажів є трудомісткою операцією. Для зняття стропів монтажникам часто трапляється підійматись на значну висоту, що незручно і небезпечно. Тому створено різноманітні конструкції напівавтоматичних стропів [24].

Для транспортування крупногабаритних і довгомірних вантажів застосовують траверси (рис. 2.5). Основне їх призначення охорона від пошкодження стикаючими зусиллями, що можуть виникати при звичайному стропуванні.



1 — балансирна балка; 2 — серга для гака; 3 — ролик; 4,5 — гвинти; 6 — стропи

Рисунок 2.5

Траверси для стропування за чотири точки (а); різноплеча (б) і для стропування крупногабаритних вантажів (в)

На рис 2.5 показана траверса, яка призначена для стропування вантажу за чотири точки. Вона складається із балансирної балки 1 із сергою 2 для гака вантажопідйомного механізму і двох роликів 3, що підвішені до кінців балки із стропами. В обоймі роликів розташовані двоє притискних гвинтів, один з яких 4 запобігає ковзанн. стропу, а другий 5 притискує ролик і попереджує його поворот. Притискні

гвинти дозволяють піднімати вантаж з деяким нахилом, що полегшує установлення його в проектне положення під кутом. Наявність балансирної балки і роликів, що обертаються, забезпечує рівномірний натяг гілок при підйомі вантажу.

Якщо вантаж піднімають одночасно двома кранами різної вантажопідйомності, то використовують спеціальну різноплечу траверсу (рис. 2.5, б) з вантажним гаком для підвішування вантажу. Місце гака визначається через співвідношення плечей траверси з урахуванням вантажопідйомності кожного крана.

Для підйому вантажів великих габаритів застосовують траверсу, що показана на рис. 2.5, в.

Вимоги безпеки щодо елементів стропів оговорені державними стандартами (ДСТУ EN 1677-1: 2004;ДСТУ EN 1677-2: 2004; ДСТУ EN 1677-4: 2004; ДСТУ EN 1677-5: 2005; ДСТУ EN 1677-6: 2005).

1.3 МОНТАЖНІ БЛОКИ і ПОЛІСПАСТИ

Блок (рис. 2.6) являє собою найпростіший механізм, що складається із одного (а) чи декількох роликів (шківів) (б), які посаджені на загальну вісь. Блоки застосовують для підйому чи переміщення вантажів (вантажні блоки) і для змінення напряму руху канатів (відвідні). Всі блоки, що призначені для монтажу називаються монтажними.

Монтажні блоки розрізняють за кількістю роликів і вантажопідйомності. Однорольні блоки слугують у якості відвідних і для підйому вантажів незначної маси. Багаторольні блоки застосовують для пристроїв поліспастів.

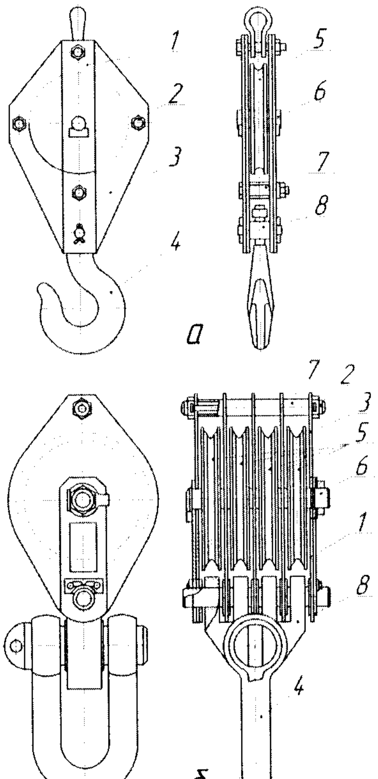
Кількість роликів у монтажних блоках досягає семи, а іноді і більше.

Тяги 1 блока мають отвори для осі 6, на яку насаджуються ролики. Ролики відокремлені один від другого, а також від тяг розділовими стінками — щоками 3, що запобігає зісковзанню канату з роликів. Ролики обертаються незалежно один від другого. У нижній частині тяг розташовані отвори для установлення траверси 8, в якій шарнірно закріплений гак 4 чи серга. В отворі траверси проходить шийка вантажного гака, завдяки чому гак може обертатися на 360° навколо своєї осі. Гак утримується у траверсі спеціальною гайкою, що нагвинчується на кінець шийки гака.

Блоки складають на стягуючих болтах 2. Між щоками установлюють розпірні втулки 7, які фіксують необхідну відстань для вільного обертання роликів.

При виборі монтажних блоків необхідно, щоб у залежності від режимів роботи діаметр роликів складав не менше 16–20 діаметрів канату.

Поліспасти є незамінними пристроями при виконанні монтажних робіт. На рис. 2.7 показано конструктивне оформлення поліспастів: поліспаста з сергами (а) і поліспаста з гаками (б). За допомогою поліспастів піднімають вантаж чи переміщують його по горизонталі (або те і інше). Поліспаст дає виграш у силі за рахунок програшу у швидкості: скільки виграється у силі, стільки ж програється у швидкості.



1 — тяга; 2 — зтягуючий болт; 3 — щока; 4 — гак чи серга; 5 — ролики; 6 — вісь; 7 — розпірна втулка; 8 — траверса

Рисунок 2.6
Монтажні блоки

Поліспаст складається з двох блоків: нерухомого, що кріпиться до балки, мачти, триноги і т.п., і рухомого, який кріпиться до вантажу. Обидва блоки з'єднуються між собою канатом. Канат послідовно огинає всі ролики (шківи) блоків і одним кінцем кріпиться до верхнього нерухомого блоку. Другий його кінець через відвідні блоки кріпиться до барабана лебідки. Якщо число робочих ниток поліспаста, що йдуть до рухомого блока, парне, то кінець каната кріпиться до верхнього нерухомого блока, а якщо не парне — до нижнього рухомого. Якщо нитка поліспаста збігає з верхнього блока, то цей блок вважається відвідним і цю умову необхідно ураховувати при розрахунку поліспастів.

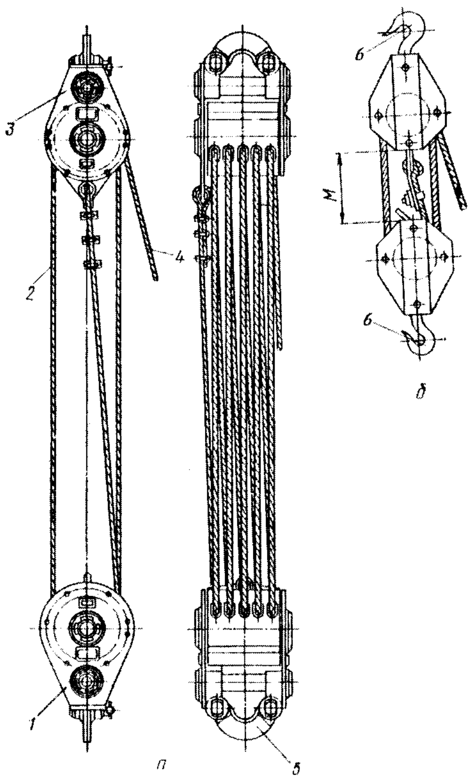
Зусилля в канаті, що необхідне для підйому вантажу Q, розраховують за формулою

$$S = Q \cdot \frac{1-\eta}{1-\eta^m},$$

де η — к.к.д. одного блока (η = 0,96 при підшипниках ковзання; η = 0,98 при підшипниках кочення);

m — кратність поліспаста (визначається як відношення кількості канатів, на яких підвішено вантаж, до кількості канатів, що намотуються на барабан).

Для кожного поліспаста установлюється гранична мінімальна відстань М між верхнім і нижнім блоками (рис. 2.7). Ця відстань для поліспастів з гаками — 500 мм, для поліспастів із сергами — 350 мм.



1 — рухомий блок; 2 — робоча нитка; 3 — нерухомий блок; 4 — збігаюча нитка на лебідку; 5 — серга; 6 — гаки

Рисунок 2.7
Поліспасти

Схема запасування поліспастів різної вантажопідйомності показані на рис. 2.8

На рисунку позначено зусилля Q, що діють на верхній і нижній блоки і зусилля у робочій гільці $Q_л$, що йде до барабана лебідки. з урахуванням $Q_л$ підбирають лебідку.

Поліспасти запасовують двома способами. За першим способом, що застосовується при оснащенні багатониткових поліспастів великої вантажопідйомності, нерухомий блок без канатів піднімають у робоче положення і закріплюють, а нижній блок у цей час перебуває внизу. Потім через канавки роликів верхнього і нижнього блоків послідовно пропускають канат. Кінець каната закріплюють за верхній чи нижній блок у залежності від прийнятої схеми запасування поліспаста. Через канавки роликів канат часто пропускають за

допомогою ручних важелевих лебідок, що значно полегшує роботу по запасуванню поліспаста.

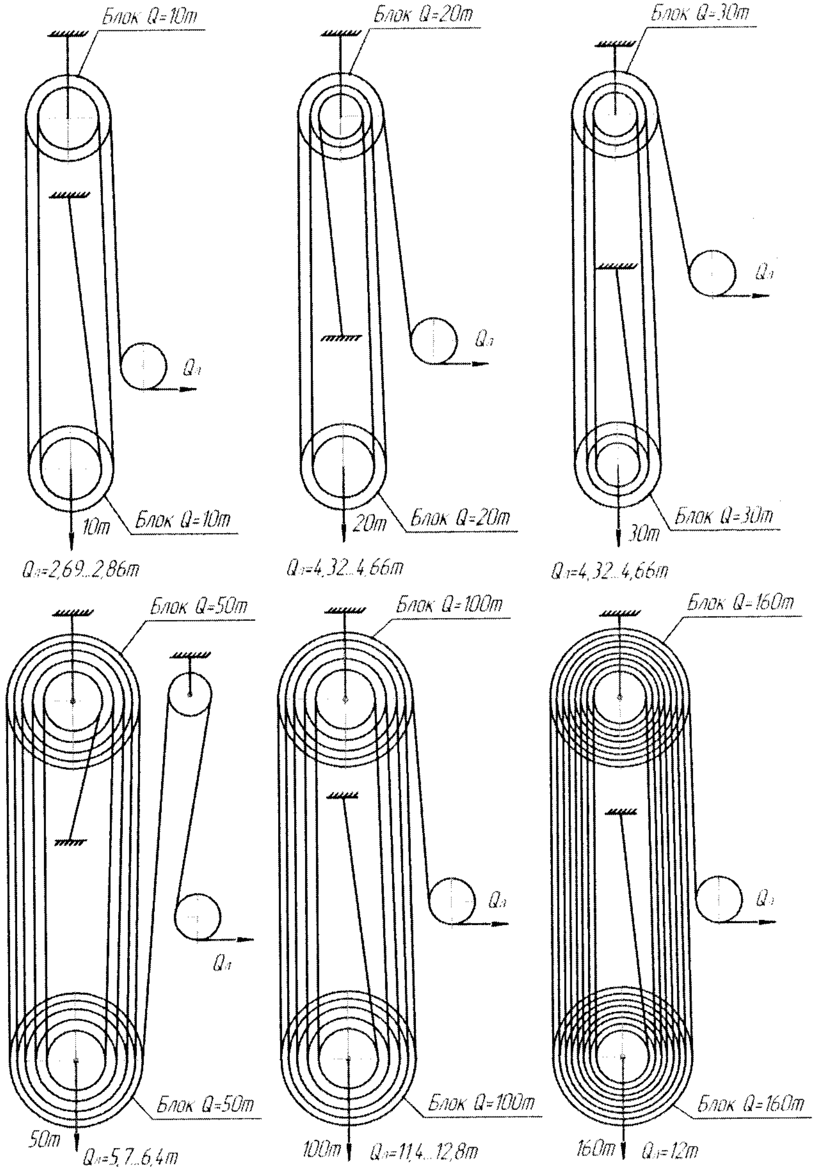


Рисунок 2.8
Схеми поліспастів

В інших випадках при оснащенні багатониткового поліспаста застосовують допоміжний тонкий і легкий сталевий канат діаметром 5–6 мм, який пропускають через ролики блоків вручну. До одного кінця цього каната прикріплюють кінець робочого каната, а другий його кінець закріплюють на барабані лебідки, яка і протягує канат через усі ролики.

При другому способі поліспаст оснащують внизу (на дощаному помісті чи бетоновій долівці), а потім у готовому вигляді піднімають і закріплюють у необхідному місці. Блоки укладають плазом на відстані 3–4 м один від одного і закріплюють. Канат розпочинають протягувати з того ролика, з якого зіходить збігаюча нитка, що йде до лебідки. Коли канат обігне останній ролик блока, його кінець закріплюють до одного із блоків. Після закріплення «мертвої» нитки поліспаст установлюють у вихідне положення.

У деяких випадках піднімають один верхній нерухомий блок чи весь поліспаст за допомогою допоміжного однорольного блока чи поліспаста невеликої вантажопідйомності. Спочатку закріплюють допоміжний блок, через який пропускають канат, до якого кріпиться основний блок поліспаста. Закріплюють основний блок поліспаста із помостів чи інших допоміжних засобів.

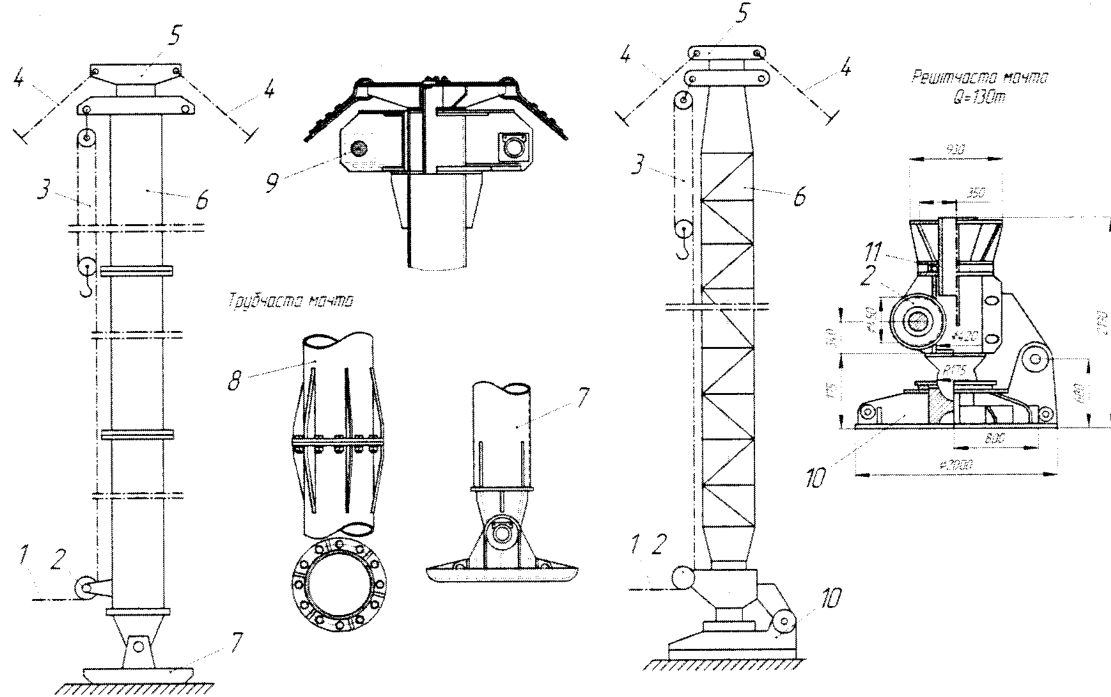
2. ТАКЕЛАЖНІ СПОРУДИ

2.1 МОНТАЖНІ МАЧТИ

Монтажна мачта, яка оснащена поліспастом, у поєднанні з лебідкою, являє собою простий вантажопідйомний механізм. Застосовують мачти при недостатній висоті і вантажопідйомності чи нераціональності використання стрілових кранів, а також при монтажі мостових, баштових портальних і мачтово — стрілових кранів.

Мачти значно дешевші за кранів, проте їх підготовка до роботи, тобто переміщення, стикування, нарощування, оснащення, підйом і закріплення, являє собою надзвичайно трудомісткі операції, які вимагають для свого виробництва тривалого часу. Так, практикою доведено, що підготовка до роботи мачти складає біля 30% затрат часу від витрат часу на монтаж об'єкту, який має здійснюватись за допомогою мачти.

Для виконання монтажних і такелажних робіт, зазвичай, застосовують трубчасті чи решітчасті мачти (рис. 2.9).



1 — канат до лебідки; 2 — відвідний блок; 3 — поліспат; 4 — ванти; 5 — голівка; 6 — стояк; 7 — опорний башмак з шарніром; 8 — конструкція стика; 9 — місця підвіски поліспаста; 10 — опора зі сферою; 11 — опорний кульковий підшипник

Рисунок 2.9

Трубчаста і решітчаста мачти

Мачти установлюють вертикально і утримують у робочому положенні частіше чотирма вантами, які закріплюють одним кінцем до голівки мачти, а іншим до якору. Деякі мачти мають поворотну голівку, а опорна частина мачти з'єднується з нижньою секцією мачти сферичним шарніром. Це дозволяє повертати мачту без перестановлення вант і нахиляти мачту на кут до 12° від вертикалі. Мачти висотою до 30 м виготовляються із труб (тому і отримали назву трубчастих), більшої висоти — із прокатних профілей і отримали назву решітчастих.

Щоб полегшити транспортування, складання і розбирання, трубчасті мачти виготовляють інвентарними із окремих взаємозамінних секцій, які з'єднуються між собою фланцевими стиками із підсиленими ребрами жорсткості.

Решітчасті мачти складаються із нижньої і верхньої пірамідальних і декількох середніх секцій, що з'єднуються між собою болтами за допомогою металевих планок. Довжина секцій складає 6–9 м. Середні секції мачти, зазвичай, виготовляються типовими. Таким чином, шляхом добавлення чи зменшення кількості проміжних вставок можна отримувати необхідну висоту мачт. Робоча гілка поліспаста відводиться від мачти через відвідні блоки, розташовані біля її основи. В деяких мачтах розташування відвідного блока і конструкція вузла його кріплення усуває закручування вихідної робочої нитки поліспаста між стояком мачти і її опорною частиною.

В проектне положення мачти установлюють:

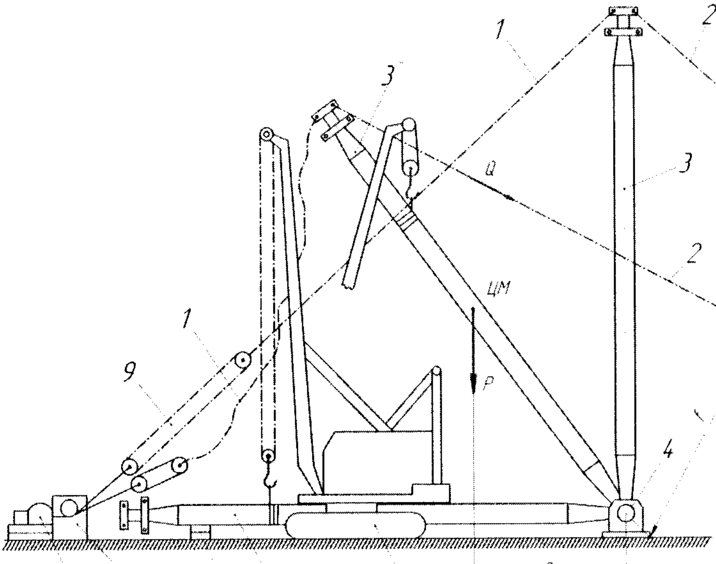
- стріловим самохідним краном відразу в робоче положення чи в проміжне положення з наступним доведенням вантами (рис. 2.10);
- поліспастами мачти, що закріплені на існуючих будівельних чи технологічних конструкціях з наступним доведенням вантами (рис. 2.11);
- допоміжною мачтою (вертикальною чи похилою) (рис. 2.12);
- допоміжною «падучою» мачтою.

Незалежно від способу установлення мачти перед її підйомом необхідно:

- оснастити мачту вантами, гальмівними розчалками, поліспастами;
- установити якори (якори бокових вант установлюються на лінії, що перпендикулярна до осі повороту мачти);

- підготувати основу під мачту;
- закріпити розчалку на башмаці для сприйняття зрушуючих зусиль при її підйомі методом повороту чи для підтягування нижньої частини мачти при підйомі її методом ковзання;
- правильно визначити і обрати місце стропування мачти, перевірити (розрахунком) відповідність конструкції мачти навантаженням і зусиллям, що діють при її підйомі.

Установлення мачти стріловим самохідним краном (рис. 2.10). В залежності від вантажовисотних характеристик стрілового крана, маси і габаритів мачти піднімають її відразу в проектне положення, або ж на максимальну висоту підйому гака поліспаста крана з наступним доведенням вантовим поліспастом мачти.



1,2 — ванти; 3,3′,3′′ — відповідне проектне, вихідне і проміжне положення мачти; 4 — опора мачти; 5 — стріловий кран; 6 — підпора; 7 — якір; 8 — лебідка; 9 — поліспаст

Рисунок 2.10

Схема установлення мачти стріловим краном

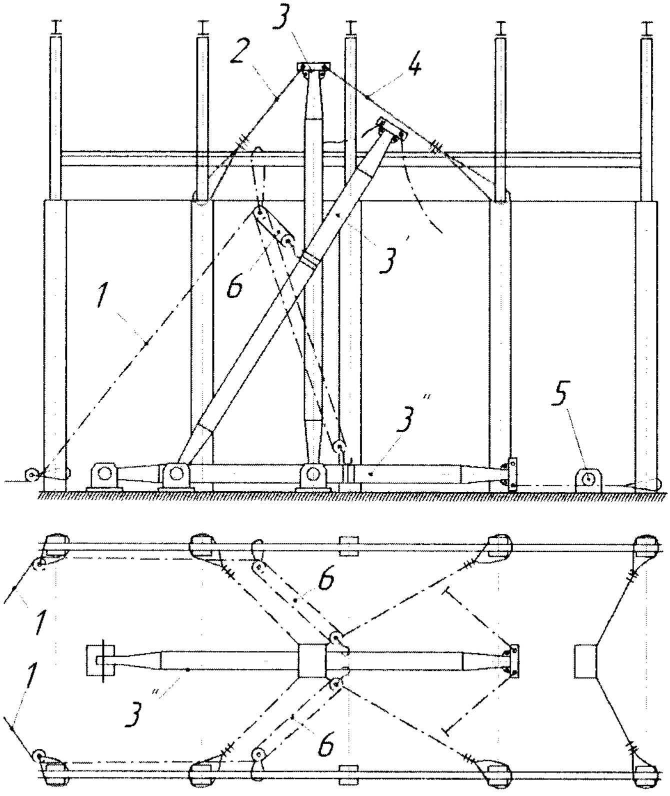
Розрахункове зусилля доведення Q у цьому випадку можна визначити за формулою

$$Q = \frac{P \cdot a}{f},$$

де P — маса мачти;

a — проекція довжини ділянки мачти від башмака до її центра маси на горизонтальну площину перед початком доведення;

f — довжина перпендикуляра, що поставлений із точки основи мачти на лінію, яка з'єднує голівку мачти з якором ванти перед початком доведення.



1 — до головної лебідки підйому; 2,4 — ванти; 3,3',3'' — відповідно проектне, проміжне і вихідне положення мачти; 5 — лебідка підтягування мачти; 6 — поліспаст підйому мачти

Рисунок 2.11

Схема установлення мачти поліспастами, що прикріплені до будівельних конструкцій цеху

Місце стропування належить вибирати завжди вище центра маси мачти (в її вузлі на відстані приблизно 2/3 її висоти від опори).

Установлення мачти поліспастами, що закріплені на будівельних (рис. 2.11) *або на технологічних конструкціях*. Установлення мачт, як і інших об'єктів (наприклад, мостових кранів) безмачтовими методами побудована на передаванні монтажних навантажень на несні конструкції цеху. При цьому розрахункові схеми підйому передбачають переважно передавання вертикальних навантажень і лише незначних горизонтальних навантажень (у межах несної здатності конструкцій).

Для зменшення зусиль в елементах будівельних конструкцій необхідно:

- виконувати монтаж з усуванням снігових навантажень на ферми (при спиранні на них вантажопідйомних пристроїв);
- плити покриття укладати повністю чи зовсім не укладати (в останньому випадку належить установити тимчасові зв'язки і розпірки для стійкості верхнього поясу ферм);
- монтажні навантаження розподіляти на можливо більшу кількість точок вузлів ферми.

У даному випадку підйомні поліспасти закріплені на підкранових балках, а ванти кріпляться до колон цеху. При цьому використовується і допоміжна лебідка, яка підтягує мачту в бік проектного розташування її основи, а потім допомагає остаточно установити мачту у проектне положення.

Установлення мачти за допомогою допоміжної мачти, що установлена вертикально чи похило (рис. 2.12). Монтажну мачту установлюють при відсутності необхідних кранових механізмів. Висота допоміжної мачти, зазвичай, має бути на 3,5–4 м менше висоти робочої мачти. При цьому не можна обійтись без деяких розрахунків оснащення допоміжних мачт. Нижче наведено методику розрахунків зусиль в елементах [30].

Вихідні дані:

P — маса мачти, що підлягає підняттю, т;

P_1 — маса допоміжної мачти, т;

$l_{цм}$ — відстань по осі робочої мачти від її основи (опори) до центра маси, м;

l_1 — довжина допоміжної мачти, м;

$l_{стр}$ — відстань по осі робочої мачти від її основи до точки стропування, м;

a — відстань від точки робочої мачти до основи (опори) допоміжної мачти перед початком підйому, м;

b — відстань від основи допоміжної мачти до точки закладення якоря її ванти, що перебуває у площині підйому, м;

d, d_1 — найбільша довжина вант з поліспастами допоміжної мачти, що розташовані у площині підйому, м;

H — висота голівки допоміжної мачти від долівки в початковий момент підйому;

c — виліт допоміжної мачти, м;

K — коефіцієнт динамічності (K=1,1).

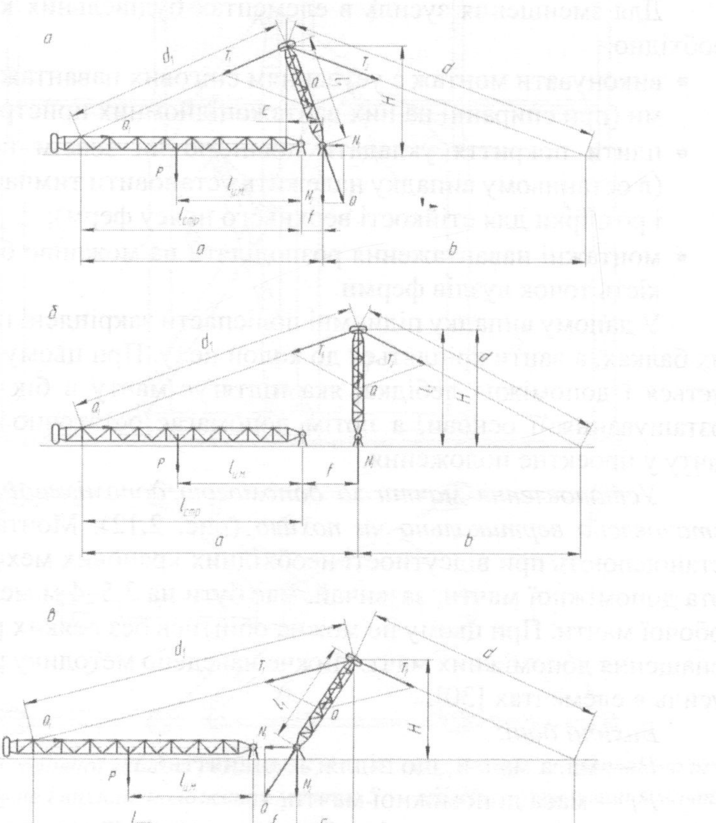


Рисунок 2.12

Розрахункові схеми установлення мачти за допомогою допоміжної мачти з нахилом у бік підйому (а), вертикальної (б) і з нахилом у бік від мачти (в)

ГОЛОВНІ РОЗРАХУНКОВІ ЗУСИЛЛЯ

Мачта допоміжна похилена в бік робочої мачти, яку належить підняти (рис. 2.12,а).

Зусилля, т:

$$T_1 = \frac{P \cdot l_{цм} \cdot d_1}{l_{стр} \cdot H};$$

$$H = \sqrt{l_1^2 - c^2};$$

$$d_1 = \sqrt{(a-c)^2 + H^2};$$

в поліспасті задньої ванти допоміжної мачти:

$$T = \frac{T_1 \cdot a \cdot d}{d_1 \cdot b} + \frac{P_1 \cdot c \cdot d}{2 \cdot H \cdot b};$$

$$d = \sqrt{(b+c)^2 + H^2};$$

в голівці допоміжної мачти від натягу вантажного поліспаста і ванти, що перебуває в площині підйому

$$Q = \frac{T_1 \cdot l_1 \cdot K}{d_1} + \frac{T_2 \cdot l_1 \cdot K}{d},$$

зусилля зрушення в основі робочої мачти

$$Q_1 \approx T_1 \frac{(d-c)}{d_1}.$$

Горизонтальна N_1 і вертикальна N_2 складові реакції, що діє на основу допоміжної мачти

$$N_1 = \frac{Q \cdot c}{l_1},\ N_2 = \frac{Q \cdot H}{l_1} + \frac{P_1}{2}.$$

Мачта допоміжна вертикальна (рис. 2.12, б).

Зусилля, т:

у вантажному поліспасті

$$T_1 = \frac{P \cdot l_{ц.м} \cdot \mathrm{d}_1}{\mathrm{l}_{\mathrm{стр}} \cdot \mathrm{l}_1},\ d_1 = \sqrt{a^2 + l_1^2};$$

у поліспасті задньої ванти допоміжної мачти

$$T_2 = \frac{T_1 \cdot a \cdot \mathrm{d}}{d_1 \cdot b} + \frac{T_2 \cdot b \cdot k}{d};$$

зусилля зрушення в основі робочої мачти

$$Q_1 = \frac{T_1 \cdot a}{d_1};$$

у голівці допоміжної мачти

$$Q \approx \frac{T_1 \cdot a \cdot k}{d_1} + \frac{T_2 \cdot b \cdot k}{d}.$$

Вертикальна реакція в основі робочої мачти

$$N_1 = Q + P_1.$$

Мачта допоміжна похилена в бік від робочої мачти (рис. 2.12, в).

Зусилля, т:

у грузовому поліспасті

$$T_1 = \frac{P \cdot l_{цм} \cdot d_1}{l_{стр} \cdot H};$$

у поліспасті задньої ванти (без урахування маси допоміжної мачти)

$$T_2 \approx \frac{T_1 \cdot a \cdot \mathrm{d}}{d_1 \cdot b};$$

у голівці допоміжної мачти,

$$Q \approx \frac{T_1 \cdot l_1 \cdot k}{d_1} + \frac{T_2 \cdot l_1 \cdot k}{d};$$

зусилля зрушення в основі робочої мачти

$$Q_1 = \frac{T_1(a + c)}{d_1}.$$

Горизонтальна N_1 і вертикальна N_2 складові реакцій, що діють в основі допоміжної мачти, т:

$$N_1 = \frac{Q \cdot c}{l_1};\ N_2 = \frac{Q \cdot H}{l_1} + \frac{P_1}{2}.$$

Установлення робочої мачти «падучою» мачтою. При установленні монтажної робочої мачти необхідно виконувати наступне:

- основи допоміжної і робочої мачт розташовувати можливо ближче одну до другої;

- голівку допоміжної мачти з'єднують з робочою мачтою стропом постійної довжини;
- підйомний поліспаст закріпити до голівки допоміжної мачти;
- основи обох мачт закріпляти для відвернення зрушуючих зусиль;
- якори бокових вант обох мачт у процессі підйому розташовувати на лінії, що проходить перпендикулярно до осі їх повороту;
- підйом здійснювати скороченням поліспаста, який прив'язаний до голівки допоміжної мачти, і опусканням її до положення, коли робоча мачта дійде до кута, що рівний приблизно 60° до горизонту, а подальший підйом здійснювати поліспастом задньої ванти робочої мачти.

Висота «падучої» мачти повинна бути не менше ¼ висоти робочої мачти .

Розрахунки зусиль у вантажному поліспасті, стропі, поліспасті доведення, зрушуючи зусилля і реакції в основі мачт можна зробити за виразами, що наведені вище.

РОЗРАХУНКИ ЗУСИЛЬ В ЕЛЕМЕНТАХ МОНТАЖНИХ МАЧТ

Розрахунки мачти, що установлена вертикально і навантажена консольно [30].

Необхідні вихідні данні для розрахунків (рис. 2.13):

$P, P_м, P_{в.п}$ — відповідно маса вантажу, мачти, вантажного поліспаста;

S — зусилля у робочій (збігаючій) нитці вантажного поліспаста, що відходить до лебідки;

P_o — сумарна вертикальна складова від попереднього натягу вант;

K — коефіцієнт динамічності $(K=1,1)$;

H — висота мачти від опори до точок підвішування вантажного поліспаста і закріплення робочої ванти;

h — висота від долівки до точки підвішування вантажу перед відтягуванням;

h_1 — висота від точки підвішування вантажу до точки закріплення вантажного поліспаста на мачті перед відтягуванням;

a — відстань від осі мачти до точки закладання якорів робочої ванти;

d — відстань від осі мачти до точки підвішування вантажу перед відтягуванням до точки закладання якоря відтяжки;

c — довжина робочої ванти,

$$C = \sqrt{H^2 + a^2};$$

n — число вант.

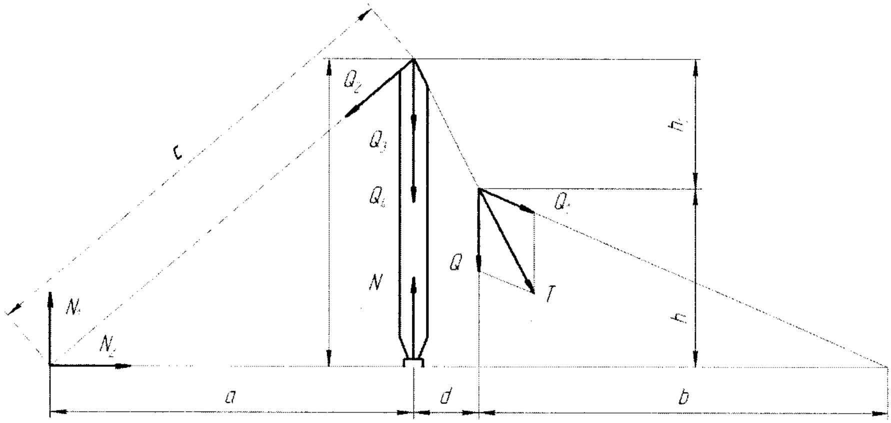


Рисунок 2.13

Розрахункова схема визначення зусиль у мачті, що навантажена консольно

Основні розрахункові зусилля:

на верхній блок вантажного поліспаста

$$Q = P + \frac{P_{в.п}}{2};$$

у вантажному поліспасті

$$\mathrm{T} = \frac{\mathrm{Q} \cdot \mathrm{b}\sqrt{d^2 + h_1^2}}{bh_1 - dh};$$

у відтяжці

$$Q = \frac{Q \cdot d\sqrt{h^2 + b^2}}{bh_1 - dh};$$

у робочій ванті

$$Q_2 = \frac{T \cdot d \cdot c}{\sqrt{d^2 + h_1^2} \cdot a}.$$

Сумарне зусилля у голівці мачти Q_3 визначається графічно і помножується на коефіцієнт динамічності K. Метод графічного визначення зусиль розглянуто в роботі [16].

Сумарне зусилля у середині висоти мачти [30]

$$Q_4 = Q_3 + \frac{P_м}{2} + S + P_о.$$

Вертикальні реакції від зусиль:
на основу мачти

$$N = Q_3 + P_м + P_о.$$

на якір робочої ванти

$$N_1 = \frac{Q_2 \cdot H}{c}.$$

Горизонтальна реакція (зрушуюче зусилля) якоря робочої ванти

$$N_2 = \frac{Q_2 \cdot a}{c}.$$

Розрахунки мачти, що установлена похило

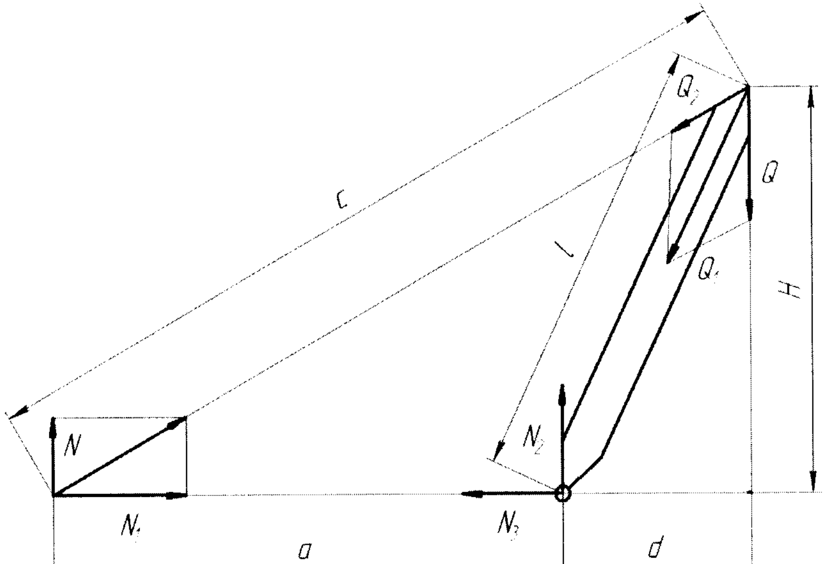


Рисунок 2.14

Розрахункова схема визначення зусиль у мачті, що стоїть на грунті похило

Необхідні вихідні дані для розрахунків (рис. 2.14):

$P, P_м, P_{в.п}$ — відповідна маса вантажу, мачти, вантажного поліспаста;

S_1 — зусилля попереднього натягу однієї ванти;

S — зусилля у нитці поліспаста, що йде до лебідки;

K — коефіцієнт динамічності ($K=1,1$);

L — довжина мачти;

H — проекція довжини похилої мачти на вертикальну площину;

a — відстань від опори мачти до точки закладання робочої ванти;

d — проекція довжини похилої мачти на горизонтальну площину (виліт);

n — число вант;

c — довжина похилої ванти,

$$c = \sqrt{H^2 + (a+d)^2}\ .$$

Основні розрахункові зусилля:
зусилля у голівці мачти

$$Q = P \cdot K + P_{в.п} + \frac{P_м}{2};$$

сумарне зусилля у середині мачти

$$Q_1 = \frac{Q(a+d) \cdot l}{a \cdot H} + S + \frac{n \cdot S_1 \cdot l}{c};$$

зусилля у робочій ванті

$$Q_2 = \frac{Q \cdot d \cdot c}{a \cdot H};$$

вертикальна N і горизонтальна (зусилля зрушення) N_1 складові реакції від зусилля, що діє на якір робочої ванти

$$N = Q_2 \cdot \frac{H}{c},\ N_1 = Q_2 \cdot \frac{a+d}{c};$$

вертикальна N_2 і горизонтальна (зусилля зрушення) N_3 складові реакції від зусилля, що діє на основу мачти

$$N_2 = Q_1 \cdot \frac{H}{l} + \frac{P_м}{2},\ N_3 = Q_1 \cdot \frac{d}{l}.$$

Розрахунки похилої мачти, що установлена на постаменті [30]

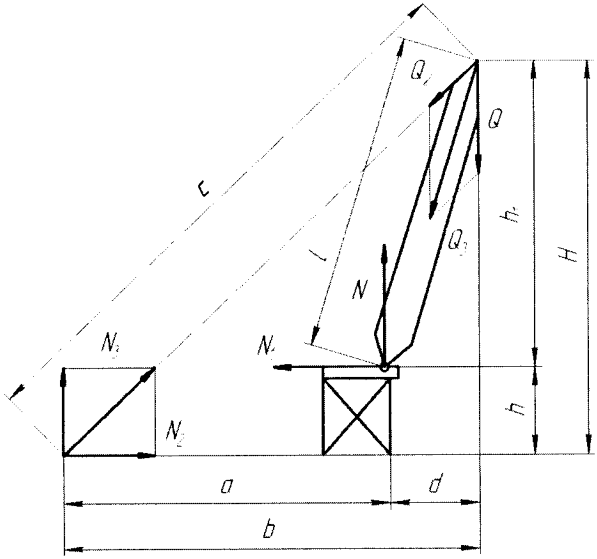


Рисунок 2.15

Розрахункова схема визначення зусиль у мачті, що установлена на постаменті

Необхідні дані для розрахунків (рис. 2.15):

P, $P_м$, $P_{в.п}$ — відповідно маса вантажу, мачти, вантажного поліспаста;

S — зусилля у нитці вантажного поліспаста, що йде до лебідки;

L — довжина мачти;

h — висота постаменту (відмітка установлення мачти);

a — відстань від вертикальної осі, що проходить через точку установлення мачти до якоря робочої ванти;

d — виліт мачти ;

$h_1 = \sqrt{l^2 - d^2}$ — проекція довжини мачти на вертикальну площину;

$в$ — відстань від вертикальної осі, що проходить через точку вантажного поліспаста до якоря робочої ванти;

$c = \sqrt{b^2 + (h + h_1)^2}$ — довжина робочої ванти з поліспастом;

H — висота точки підвішування вантажного поліспаста від долівки;

S_l — зусилля попереднього натягу однієї ванти;

K — коефіцієнт динамічності ($K = 1{,}1$);

n — число вант.

Основні розрахункові зусилля:

на голівку мачти

$$Q = P \cdot K + P_{в.п} + \frac{P_м}{2};$$

на поліспаст і ванти

$$Q = P + P_{в.п} + \frac{P_м}{2};$$

сумарна вертикальна складова від попереднього натягу вант

$$P_o = \frac{S_1 \cdot n \cdot l}{c};$$

зусилля в робочій ванті

$$Q_2 = \frac{Q_1 \cdot d \cdot c}{H\left(\frac{b \cdot h_1}{H} - d\right)};$$

зусилля поздовж осі мачти

$$Q_3 = \frac{Q \cdot b \cdot l}{H\left(\frac{b \cdot h_1}{H} - d\right)} + P_o + S;$$

вертикальна N і горизонтальна (зусилля зрушення) N_I складові реакцій від зусилля, що діє на основу мачти

$$N = \frac{Q \cdot b \cdot h_1}{H\left(\frac{b \cdot h_1}{H} - d\right)} + \frac{P_м}{2}, \quad N_1 = \frac{N \cdot d}{h_1};$$

горизонтальна (зусилля зрушення) N_2 і вертикальна N_3 складові реакції від зусилля, що діє на якір робочої ванти

$$N_2 = \frac{Q_2 \cdot b}{c}, \quad N_3 = \frac{Q_2 \cdot H}{c}.$$

Розрахунки похилої мачти з відтягуванням вантажу [30]

Необхідні дані для розрахунків (рис. 2.16):

P, $P_м$, $P_{в.п}$ — відповідно маса вантажу, мачти, вантажного поліспаста;

S — зусилля в нитці грузового поліспаста, що йде до лебідки;

L — довжина мачти;

f — відстань від основи мачти до точки підвішування вантажу перед відтягуванням;

a — відстань від основи мачти до якоря робочої ванти;

d — виліт мачти;

h — висота від долівки до точки підвішування вантажу перед відтягуванням;

h_1 — висота від точки підвішування вантажу до точки закріплення вантажного поліспаста на мачті перед відтягуванням;

$в$ — відстань від точки підвішування вантажу перед відтягуванням до точки закладення якоря відтяжки;

$c = \sqrt{(a+d)^2 + (h+h_1)^2}$ — довжина робочої ванти;

K — коефіцієнт динамічності ($K = 1,1$);

n — число вант.

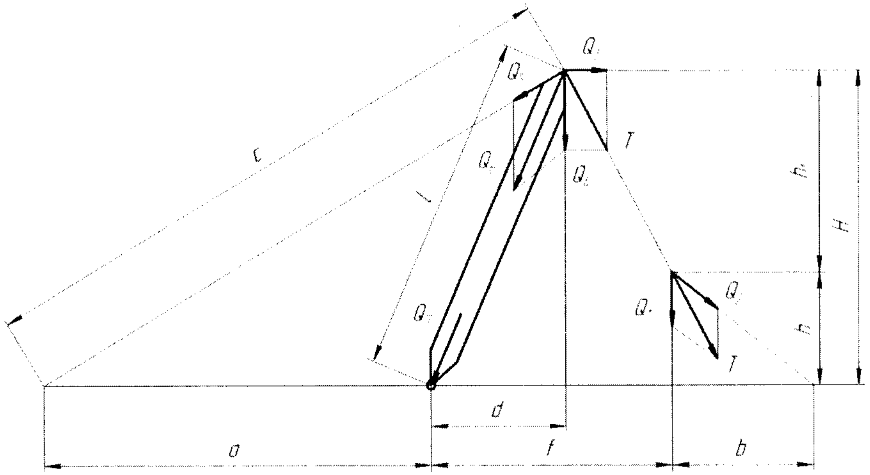


Рисунок 2.16

Розрахункова схема визначення зусиль у мачті з відтягуванням вантажу

Основні розрахункові зусилля:

сумарне зусилля, що діє на голівку мачти

$$Q = P \cdot K + \frac{P_{в.п}}{2};$$

на верхній блок вантажного поліспаста

$$Q_1 = P + \frac{P_{\text{в.п}}}{2};$$

у вантажному поліспасті

$$T = \frac{Q_1 \cdot b\sqrt{(f-d)^2 + h_1^2}}{b \cdot h_1 - (f-d) \cdot h};$$

у відтяжці

$$Q_2 = \frac{(f-d)\sqrt{h^2 + b^2}}{b \cdot h_1 - (f-d) \cdot h};$$

горизонтальна Q_3 і вертикальна Q_4 складові зусилля у вантажному поліспасті, що діє на голівку мачти

$$Q_3 = \frac{T(f-d)}{\sqrt{(f-d)^2 + h_1^2}},\ Q_4 = \frac{T \cdot h_1}{\sqrt{(f-d)^2 + h_1^2}}.$$

Зусилля у робочій ванті Q_5 і зусилля, що діє поздовж осі мачти Q_4, визначають графічним шляхом з побудовою у певному масштабі паралелограма сил за напрямом робочої ванти, осі мачти і відомим зусиллям T. До отриманого графічного зусилля Q_6 добавляються значення S і P_o.

Зусилля в основі мачти

$$Q_7 = Q_6 + P_м - S.$$

Розрахунки похилої мачти з вантою, що закріплена до будівельних конструкцій нижче голівки мачти [30]

Необхідні вихідні дані для розрахунків (рис. 2.17):

P, $P_м$, $P_{в.п}$ — відповідно маса вантажу, мачти, і вантажного поліспаста;

S — зусилля у нитці вантажного поліспаста, що йде до лебідки;

S_1 — зусилля попереднього натягу однієї ванти;

K — коефіцієнт динамічності ($K=1,1$);

n — число вант;

l — довжина мачти;

a, d — відстань між основою мачти і вертикальною віссю, що проходить через точки відповідно кріплення робочої ванти до конструкцій і підвішування грузового поліспаста (виліт мачти);

h — розмір по вертикалі від основи мачти до точки кріплення робочої ванти до конструкції;

h_l — розмір по вертикалі між голівкою мачти і її основою;
H — розмір по вертикалі між голівкою мачти і її основою;
$c = \sqrt{(a+d)^2 + h_1^2}$ — довжина робочої ванти.

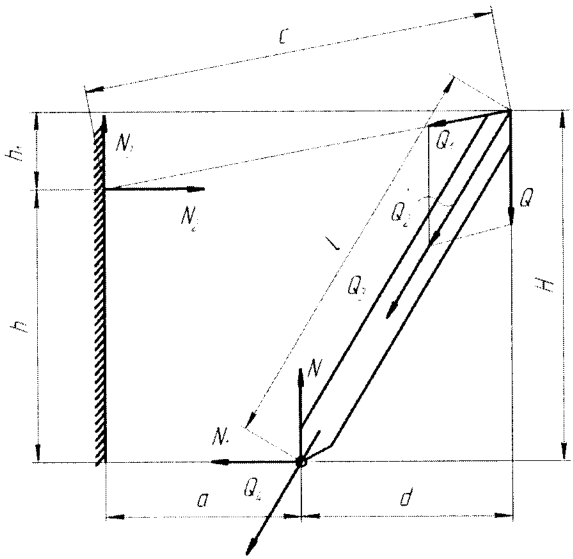


Рисунок 2.17 *Розрахункова схема визначення зусиль у мачті з вантою, що закріплена нижче голівки*

Основні розрахункові зусилля:
сумарне на металоконструкції мачти

$$Q = P \cdot K + \frac{P_м}{2} + P_{в.п};$$

у робочій ванті

$$Q_1 = \frac{Q \cdot d \cdot c}{\left(H - \frac{h_1 d}{a+d}(a+d)\right)};$$

у мачті

$$Q_2 = \frac{Q \cdot l}{H - \frac{h_1 \cdot d}{a+d}};$$

у середині висоти мачти

$$Q_3 = Q_2 + S + \frac{S_1 \cdot n \cdot l}{c};$$

в основі мачти

$$Q_4 = Q_2 + \frac{P_i}{2} + \frac{S_1 \cdot n \cdot l}{c};$$

вертикальна N і горизонтальна (зусилля зрушення) N_l складові реакції в основі мачти

$$N = \frac{Q \cdot H}{l},\ N_1 = \frac{N \cdot d}{H};$$

горизонтальна складова реакції у точці кріплення ванти до металоконструкції

$$N_2 = \frac{Q_1 \cdot (a+d)}{c}.$$

Розрахунки похилої мачти з вантою, що закріплена до будівельних конструкцій вище голівки мачти [30]

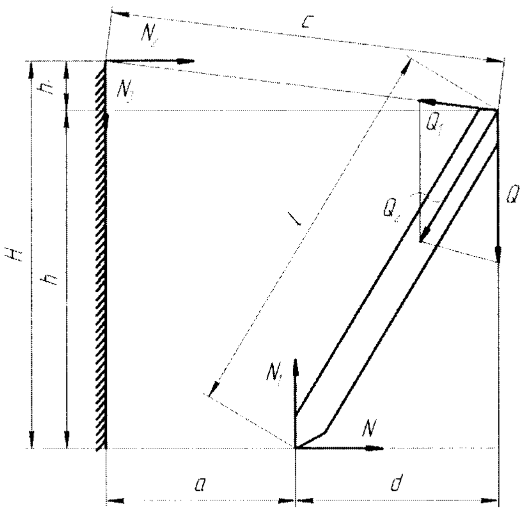


Рисунок 2.18
Розрахункова схема визначення зусиль у мачті з вантою, що закріплена вище голівки

Необхідні вихідні дані для розрахунків (рис.2.18):

P, $P_м$, $P_{в.п}$ — відповідно маса вантажу, мачти, поліспаста;

S — зусилля у нитці поліспаста, що йде до лебідки;

S_l — зусилля попереднього натягу однієї ванти;

n — число вант;

K — коефіцієнт динамічності ($K=1,1$);

L — довжина мачти;

$c = \sqrt{(a+d)^2 + h_1^2}$ — довжина робочої ванти;

a, d — відстані від основи мачти до вертикальної лінії, що проходить через точку відповідно кріплення робочої ванти до конструкції цеху і підвішування поліспаста до голівки мачти;

h, h_1 — розмір по вертикалі від точки підвішування поліспаста до голівки мачти відповідно до долівки і до точки кріплення ванти до металоконструкції.

Основні розрахункові зусилля:
сумарне на металоконструкції мачти

$$Q = P \cdot K + \frac{P_м}{2} + P_{в.п};$$

у робочій ванті

$$Q_1 = \frac{Q \cdot d \cdot c}{\left(h + \frac{h_1 d}{a+d}\right) + (a+d)};$$

поздовж осі мачти

$$Q_2 = \frac{Q \cdot l}{h + \frac{d \cdot h_1}{a+d}};$$

горизонтальна *N* і вертикальна N_1 складові реакції в опорі мачти

$$N = \frac{\left(Q_2 + P_o + \frac{P_м}{2}\right) \cdot \mathrm{d}}{l},\ N = \frac{\left(Q_2 + P_o + \frac{P_м}{2}\right) \cdot \mathrm{h}}{h + \frac{d \cdot h_1}{a+d}},\ P_o = \frac{S_1 \cdot n \cdot l}{c};$$

горизонтальна N_2 *і* вертикальна N_3 складові реакції у точці кріплення робочої ванти до конструкцій

$$N_2 = \frac{Q_1(a+d)}{c},\ N_3 = \frac{Q_1 \cdot h_1}{c}.$$

Розрахунки похилої мачти з вантою, що закріплена на рівні голівки мачти

Необхідні вихідні дані для розрахунків (рис. 2.19) ті ж самі що і в попередньому розрахунку.

Основні розрахункові зусилля:

сумарне на металоконструкції мачти

$$Q = P \cdot K + \frac{P_м}{2} + P_{в.п};$$

у робочій ванті рівне горизонтальній реакції у точці закріплення ванти до конструкції

$$Q_1 = N = \frac{Q \cdot d}{h};$$

повздовж осі мачти

$$Q_2 = \frac{Q \cdot l}{h} = \frac{Q_1 \cdot l}{d};$$

сумарна вертикальна складова від попереднього натягу вант

$$P_o = \frac{S_1 \cdot n \cdot l}{c};$$

вертикальна N_1 і горизонтальна N_2 складові реакції від зусилля, що діє на основу мачти

$$N_1 = \frac{\left(Q_2 + P_o + \frac{P_м}{2}\right) \cdot h}{l}, \quad N = \frac{\left(Q_2 + P_o + \frac{P_м}{2}\right) \cdot \mathrm{d}}{l}.$$

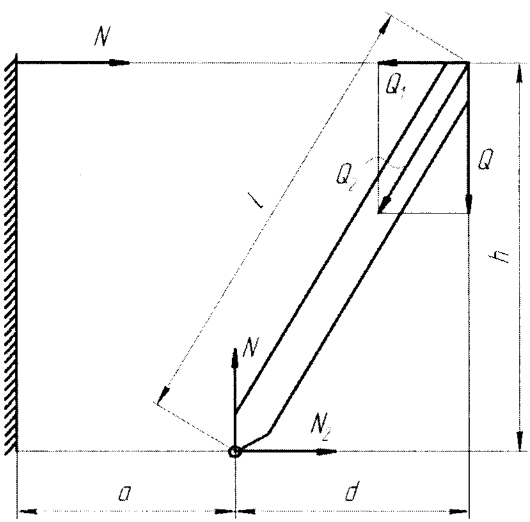


Рисунок 2.19
Розрахункова схема визначення зусиль у мачті з вантою, що закріплена на рівні голівки

Визначення зусиль в елементах такелажного оснащення при використанні одночасно двох мачт детально розглянуто у роботі [30].

2.2 ШЕВРИ

Шевром 2 (рис. 2.20) називається А-подібна рама, нижній кінець якої закріплюється шарнірно, а верхній утримується канатом 5 чи поліспастом. За допомогою вантажного поліспаста 1 можна піднімати вантаж, а потім після змінення нахилу шевра утримувати його в необхідному положенні. Для змінення напряму канатів застосовують відвідні блоки 3. Вихідна нитка 4 вантажного поліспаста йде на підйомну лебідку. Канат 5, що слугує для змінення нахилу вильоту шевра, також йде до лебідки.

В залежності від призначення шеври бувають стаціонарні і пересувні, а також подвійні шеври.

Стаціонарні шеври шарнірним кінцем кріплять до спеціальної опори чи фундаменту, а тяги чи поліспаст — безпосередньо до якорів. Особливу увагу звертають на закріплення шарнірів шевра, оскільки в них виникають горизонтальні зусилля.

Пересувні шеври установлюють на горизонтальну раму із прокатних профілів. Шарнірний кінець шевра кріплять на один кінець рами, а канатну тягу чи поліспаст — на інший. Щоб надати шевру стійкість, на раму поміщають контрвантаж чи закріплюють до якоря. Іноді стаціонарні шеври, як і пересувні, бувають оснащені рамою.

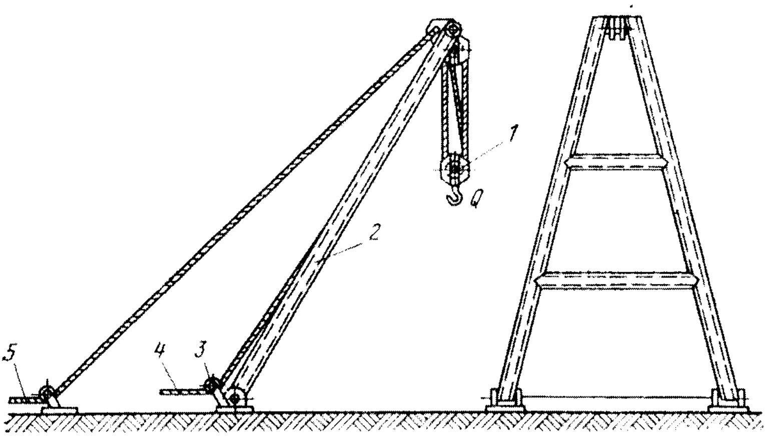


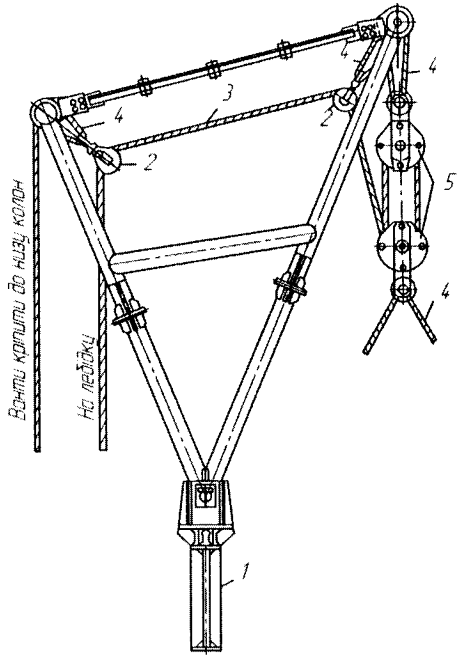
Рисунок 2.20
Одинарний шевр

Шеври оснащують двома поліспастами: одним вантажним для підйому вантажів, який підвішується до голівки шевра, і іншим для

змінення нахилу шевра. Вихідна (збігаюча) нитка вантажного поліспаста йде по одній із ніг до п'яти, а потім через відвідний блок до вантажної лебідки. Вантажна лебідка може установлюватись на пересувних шеврах — на рамі шевра, і на стаціонарних — біля спеціального якоря.

Шеври на відміну від мачт не завжди мають ванти.

Двошеврові підйомники (рис. 2.21) являють собою двох спарених біля основи шевра трубчастих конструкцій, що з'єднані між собою розтяжкою. До голівок шеврів прикріплені вантажний поліспаст, відвідний блок і утримуюча ванта. Підйомник установлюють на підкранову колію чи на металеві колони за підкрановими коліями.



1 — підкранова балка; 2 — відвідні ролики; 3 — збігаюча нитка вантажного поліспаста; 4 — стропи; 5 — блок поліспаста

Рисунок 2.21
Двошевровий підйомник

Конструкції цих шеврів передбачають кріплення вант і збігаючої нитки поліспаста до низу колони таким чином, щоб горизонтальне зусилля зрушення було мінімальним. Якорі у цьому випадку не

потрібні. Застосовування двошеврових підйомників є доцільним в умовах діючого виробництва. При значній вантажопідйомності (до 35 т) двошевровий підйомник має масу лише 2,8 т.

За допомогою таких чи спарених шеврових підйомників здійснюють монтаж навіть важких кранів. При спарених підйомниках використовується метод розвороту крана вище його підкранової колії, а при двошеврових — метод підняття «рибкою» з відтяжкою. Ці методи описано у сьомому розділі.

Визначення зусиль в елементах такелажного оснащення А-подібних шеврів [30]

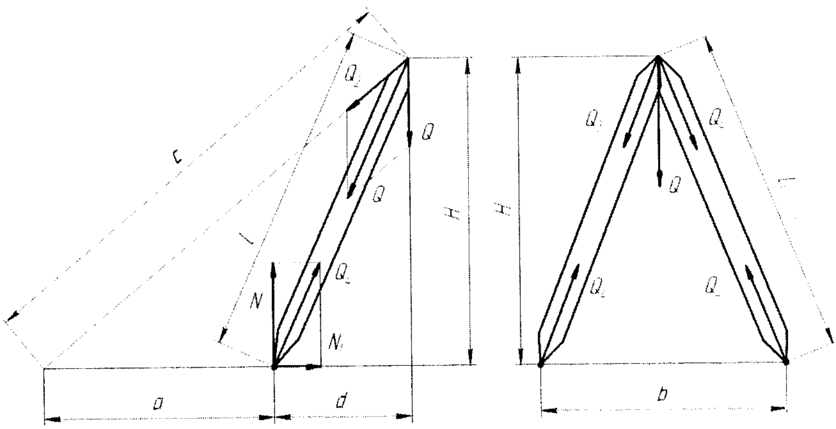


Рисунок 2.22
Розрахункова схема визначення зусиль в а-подібних шеврах

Необхідні вихідні дані (рис. 2.22):

P, $P_ш$ — маса відповідно вантажу і шевра;

l — довжина (висота) шевра;

d — виліт шевра максимальний;

a — відстань від основи шевра до точки закладення якоря задньої ванти;

$c = \sqrt{(a+d)^2 + H^2}$ — довжина задньої ванти;

H — висота голівки шевра від долівки при його максимальному вильоті;

b — відстань між основами ніг шевра;

l_l — довжина ноги шевра.

Основні розрахункові зусилля:

у головці шевра

$$Q = P + \frac{P_ш}{2};$$

у площині шевра

$$Q_1 = \frac{Q \cdot (a + d) \cdot l}{a \cdot H};$$

у задній ванті

$$Q_2 = \frac{Q \cdot d \cdot c}{a \cdot H};$$

по осі ноги шевра

$$Q_3 = \frac{Q_1 \cdot l_1}{2l};$$

у нижньому елементі шевра

$$Q_4 = \frac{Q_3 \cdot b}{2 \cdot l_1};$$

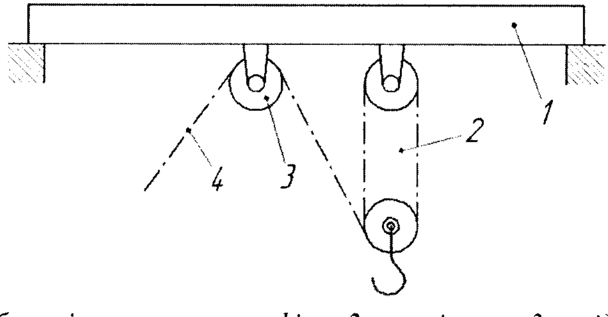
вертикальна N і горизонтальна N_1 складові реакції від зусилля, що діє на основу ноги шевра

$$N = \frac{Q_1 \cdot H}{2l},\ N_1 = \frac{Q \cdot d \cdot (a + d)}{a \cdot H}.$$

2.3 МОНТАЖНІ БАЛКИ

Монтажні балки установлюються в закритих приміщеннях і дозволяють монтувати машини і їх вузли масою до 100 т.

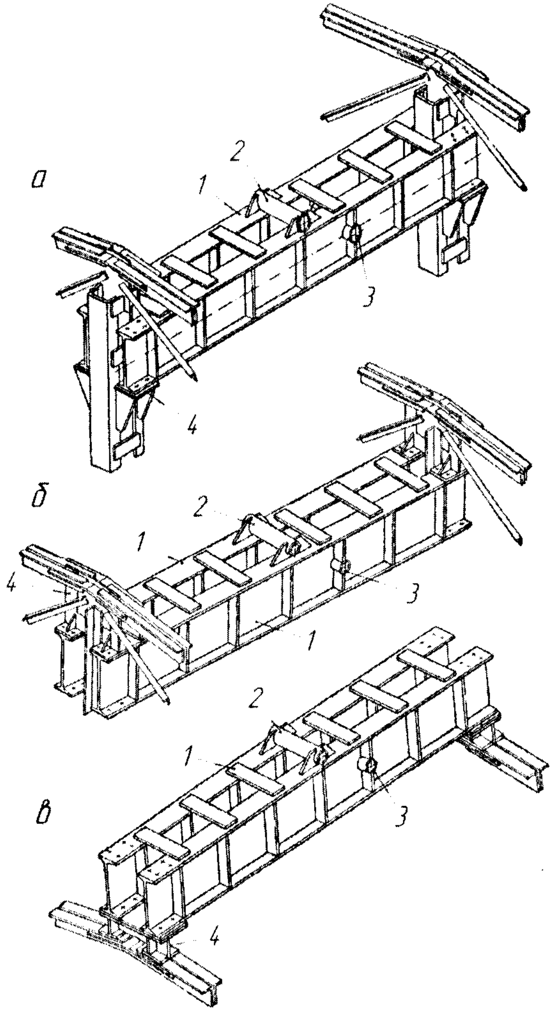
Принципіальна схема монтажної балки показана на рис. 2.23.



1 — балка із прокатного профілю; 2 — поліспаст; 3 — відвідний блок; 4 — нитка поліспаста до лебідки

Рисунок 2.23
Принципіальна схема монтажної балки

Конструктивне оформлення і схеми установлення монтажних балок показані на рис. 2.24.



1 — власне монтажна балка; 2 — місце кріплення поліспаста; 3 — місце підвішування відвідного блока; 4 — монтажний столик

Рисунок 2.24

Схеми установлення монтажних балок: на підсилений вертикальний стояк ферми під покрівлею (а); до конькового косинця ферми під покрівлею (б); на верхніх поясах кровельних ферм (в)

Монтажні балки, зазвичай, виготовляють із двотаврових балок, що з'єднані накладками із штаб і підсилені ребрами жорсткості в місці установлення труби чи стрижня під поліспаст. Монтажні столики, на які спирається власне балка виготовлюються із листа. У залежності від місця установлення столиків конструкція їх буває різна.

При виконанні робіт монтажними балками, що установлені на будівельних конструкціях, необхідно:

- установлювать балки у прогонах діючих цехів і закінчених будівельних спорудах на більш потужні і менш навантажені ферми;
- навантаження на будівельні конструкції, що вказані в проекті виконання робіт, необхідно погоджувати с проектною організацією, що розробляє каркас будівлі, і з будівельною організацією;
- підсилити перевантажені елементи, якщо в окремих розкосах і стояках ферм напруження від монтажних навантажень перевищують допустимі, і узгодити спосіб підсилення з проектною організацією;
- під монтаж здавати каркас споруди і не менше двох прогонів підкранових балок (зданий під монтаж каркас повинен мати вітрові зв'язки колон і вертикальні зв'язки ферм);
- відсутність снігових навантажень в районі установлення монтажної балки (три прогони);
- оглянути всі зварні, клепані і болтові з'єднання ферм, скласти акт про виготовлення і випробування всього оснащення згідно з проектом проведення робіт;
- випробувати конструкції каркаса і монтажні механізми на навантаження, що перевищує на 10% робоче (випробування статичне на протязі 10 хв., висота підйому 100 мм, прогин ферм від монтажного навантаження має бути не більше 1/750 прогону ферми).

Зусилля натягу, за яким випробується лебідка, визначається зазвичай формулою

$$S = \frac{Q}{m \cdot \eta_п \cdot \eta_б},$$

де Q — маса вантажу;

m — кратність поліспаста;

$\eta_п, \eta_б$ — відповідно ККД поліспаста і відвідного блоку.

2.4 МОНТАЖНІ СТРІЛИ

Монтажні стріли дозволяють виконувати наступні операції:

- піднімати і опускати технологічне обладнання у вертикальній площині;
- переміщувати підняте обладнання у горизонтальній площині в межах кута повороту стріли (зазвичай 180°);
- виконувати роботи в закінчених будівництвом промислових спорудах.

Стріли закріплюються на металевих конструкціях споруд і тому потребують значно меншої кількості канатів у порівнянні з монтажними мачтами. Крім повороту в горизонтальній площині на 160–180°, стріла може нахилятись на кут 30–90°. Особливістю монтажних стріл є те, що точка прив'язування поліспаста і вісь шарніра стріли мають перебувати на одній вертикалі.

На рис. 2.25 показано різні положення стріли (а — горизонтальне; б, в, г — похиле) і поліспаста (а, б, г — похиле; в — горизонтальне).

Визначення зусиль в такелажному оснащенні [30]

Необхідні вихідні данні (рис. 2.25):

P, P_c, $P_{п.с}$, $P_{п.в}$ — маса відповідно вантажа, стріли, стрілового і вантажного поліспастів;

d — виліт гака;

l — довжина стріли;

H — відстань між точками стріли і стрілового поліспаста;

S, S_l — зусилля у вихідній нитці вантажного і стрілового поліспастів, що йде до лебідки;

c — розрахункова довжина стрілового поліспаста;

h, h_l — розрахункові відстані по вертикалі між голівкою стріли і горизонталею, що проходить через точку кріплення стріли і стрілового поліспаста;

$K=1,1$ — коефіцієнт динамічності.

Основні розрахункові зусилля:

на голівку стріли

$$Q = P \cdot K + P_{п.в} + \frac{P_{п.с}}{2} + \frac{P_с}{2} \text{ (рис. 2.25, а-г);}$$

в стрілі

$$Q_1 = \frac{Q \cdot d}{H} \text{ (рис. 2.25, а)}, \quad Q_1 = \frac{Q \cdot l}{H} \text{ (рис. 2.25, б, в, г);}$$

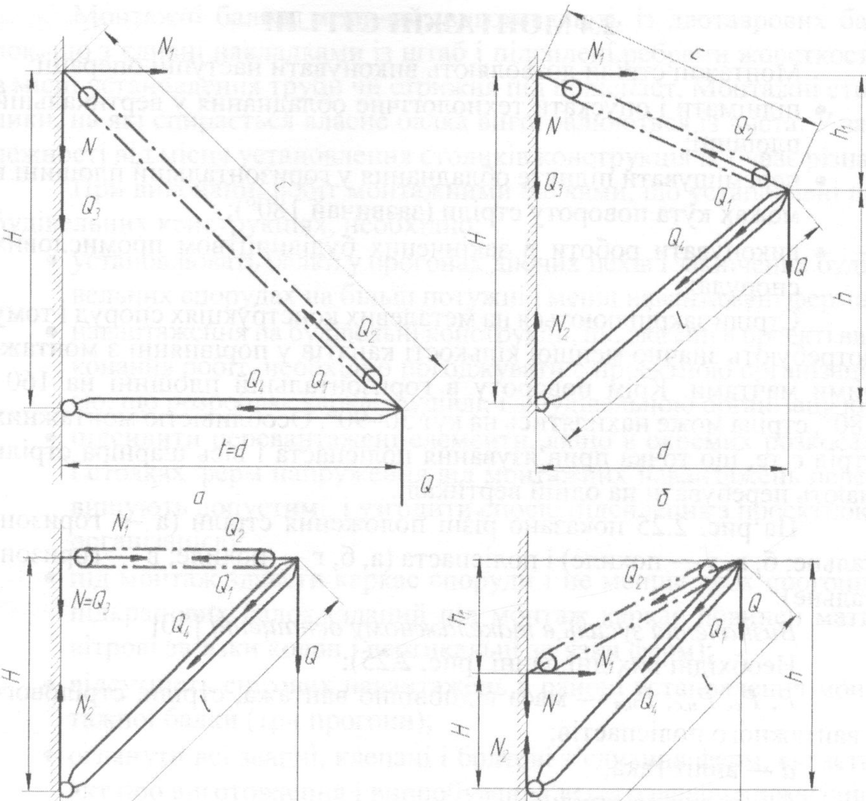


Рисунок 2.25

Схема до визначення зусиль у монтажній стрілі

у стріловому поліспасті (рис. 2.25, а-г)

$$Q_2 = \frac{Q \cdot c}{H};$$

вертикальна реакція від зусилля, що діє в точці кріплення стрілового поліспаста до конструкції

$$N = Q \text{ (рис. 2.25, а)}, \; N = \frac{Q \cdot h_1}{h} \text{ (рис. 2.25, б, г)}, \; N = S_1 \text{ (рис. 2.25, в)};$$

горизонтальна реакція від зусилля, що діє в стріловому поліспасті в точці кріплення стрілового поліспаста до конструкції

$N_1 = Q_1$ (рис. 2.25, а), $N_1 = \frac{Q \cdot d}{h}$ (рис. 2.25, б, г), $N_1 = Q_2$ (рис. 2.25, в);

сумарне вертикальне зусилля в точці кріплення стрілового поліспаста до конструкції

$$Q_3 = N + S_1 \text{ (рис. 2.25, а, б, г)}, \; Q_3 = N \text{ (рис. 2.25, в)};$$

сумарне зусилля по осі стріли

$$Q_4 = Q_1 + S \text{ (рис. 2.25, а-г)};$$

вертикальна складова реакції від зусилля, що діє в точці кріплення стріли до конструкції

$$N_2 = 0 \text{ (рис. 2.25, а)}, \; N_2 = \frac{Q \cdot h}{H} + \frac{P_c}{2} + S \text{ (рис. 2.25, б)},$$

$$N_2 = Q_3 + \frac{P_c}{2} + S \text{ (рис. 2.25, в)}, \; N_2 = \frac{Q \cdot (H + h_1)}{H} + \frac{P_c}{2} + S \text{ (рис. 2.25, г)}.$$

Зусилля в нитці, що йде до лебідки, визначається за звичайною формулою, що наведена при розрахунку монтажної балки.

2.5 МОНТАЖНІ І ПОРТАЛЬНІ ПІДЙОМНИКИ

Існує ціла низка робіт,виконання яких не дає можливості чи є економічно недоцільним використання кранових машин. До таких робіт відносяться: підйом і переміщення технологічного обладнання на міжповерхових перекриттях закритих промислових будівель при відсутності експлуатаційних вантажопідйомних засобів; монтаж і демонтаж окремих об'єктів в умовах, коли проїзд кранів до місця роботи утруднений (наявність різних перешкод як з боку інших об'єктів, так і проведення різних робіт); монтаж окремих видів технологічного обладнання складної конфігурації або ж необхідність спеціальної технології виконання робіт і т. інше.

Для виконання вказаних робіт застосовують монтажні підйомники, які бувають двостояковими (двоногими) і чотиристоякові (чотириногі).

Двостоякові підйомники, які являють собою П-подібну (портальну) конструкцію, що і портальні підйомники, дозволяють переміщувати вантаж із будь-якої точки прогону власне підйомника вертикально і горизонтально в площині підйомника і одночасно по вертикалі і горизонталі.

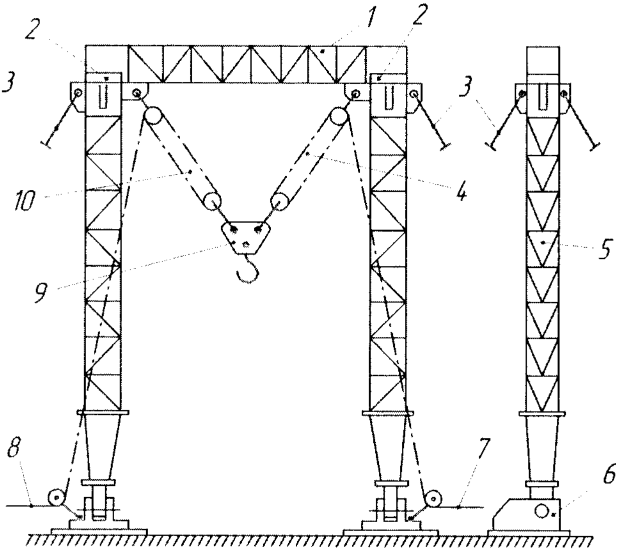
Основною особливістю двостоякових підйомників є горизонтальна розпірка, яка зв'язує голівки стояків і сприймає горизонтальні

складові зусиль, що виникають при сумісній роботі двох поліспастів (розташовані на кожному стояку). Таким чином, горизонтальні зусилля при підйомі вантажів стають внутрішніми силами і не передаються на ванти і якори.

Горизонтальні зовнішні зусилля при роботі підйомника незначні, що дозволяє установлювати підйомник в середині споруди із закріпленням його вант до будівельних конструкцій. Основні показники двостоякових типових підйомників такі:

Вантажопідйомність, т	10	15	20	25	30	40
Висота, м	10–25	10–25	10–25	10–25	10–30	10–20
Прогін, м	6–14	6–14	6–14	6–14	–	–

Чотиристоякові підйомники являють собою двох двостоякових підйомників, що з'єднані між собою гнучкими зв'язками. Їх перевагою перед двостояковими є збільшення площі обслуговування і можливість підйому і переміщення обладнання в будь-якій площині.



1 — рігель, 2 — сферична опора, 3 — ванти, 4, 10 — поліспасти, 5 — стояк (нога), 6 — башмак, 7,8 — нитка до лебідки, 9 — траверса

Рисунок 2.26
Портальний підйомник

Портальні підйомники застосовуються переважно при підйомі крупногабаритного і важкого обладнання. Їх вантажопідйомність мо-

же досягати понад 1000 т. Особливістю портального підйомника є те, що робоче навантаження передається точно на осі його опор.

Портальний підйомник має дві ноги-мачти, які об'єднані між собою рігелем (рис. 2.26). Ноги портала спираються на башмаки, з якими з'єднаються за допомогою горизонтальних осей, що забезпечують поворот портала при його монтажі і при зміненні прогону при монтажі обладнання. Рігель зв'язаний з ногами портала сферичними шарнірами.

Портал утримують наземні якорі, що з'єднані вантами з верхніми голівками ніг. Він складається з окремих секцій. Портальні підйомники дозволяють переміщувати вантаж вертикально і горизонтально в площині підйомника. Основні показники портальних типових підйомників такі:

Вантажопідйомність, т	100	150	180	200	250	330
Висота, м	25–50	25–35	64	63	62	55
Прогін, м	7–10	9–10	30	30	11	31

Визначення зусиль в елементах такелажного оснащення портального підйомника

Необхідні вихідні дані для розрахунків:

b — прогін порталу;

l — висота портала;

H, d, a, f, t — геометричні розміри згідно з рис. 2.27:

$P, P_H, P_P, P_{б.в}, P_T, P_C, P_П, P_{б.н}$ — відповідно маса вантажу, ноги портала, рігеля портала, верхнього поліспаста, траверси, стропа, поліспаста (каната), нижнього блока вантажного поліспаста;

n — число вант на одну ногу;

n_1 — число робочих ниток поліспаста;

n_2 — число робочих роликів у верхньому блоці поліспаста;

n_3 — число робочих ниток стропа;

n_4 — число робочих роликів у нижньому блоці поліспаста;

d_1 — діаметр ролика блока поліспаста;

S — зусилля попереднього натягу однієї ванти;

S_1 — зусилля у збігаючій нитці поліспаста, що йде на лебідку;

$K=1,1$ — коефіцієнт динамічності;

l_2 — довжина кріплення стропа;

n_5 — число ниток ванти;

l_3 — сумарна довжина від нерухомого блока вантажного поліспаста до барабана лебідки;

q — маса 1м каната поліспаста;

n_6 — число робочих ниток поліспаста задньої ванти;

n_7, n_8 — число роликів відповідно у верхньому і нижньому блоках поліспаста задньої ванти;

l_4 — довжина каната від нерухомого блока поліспаста задньої ванти до барабана лебідки;

$c=\sqrt{H^2+(a+d)^2}$ — довжина задньої ванти з поліспастом;

$c=\sqrt{H^2+f^2}$ — довжина бокової ванти з поліспастом;

$c=\sqrt{H^2+(t-d)^2}$ — довжина передньої ванти з поліспастом.

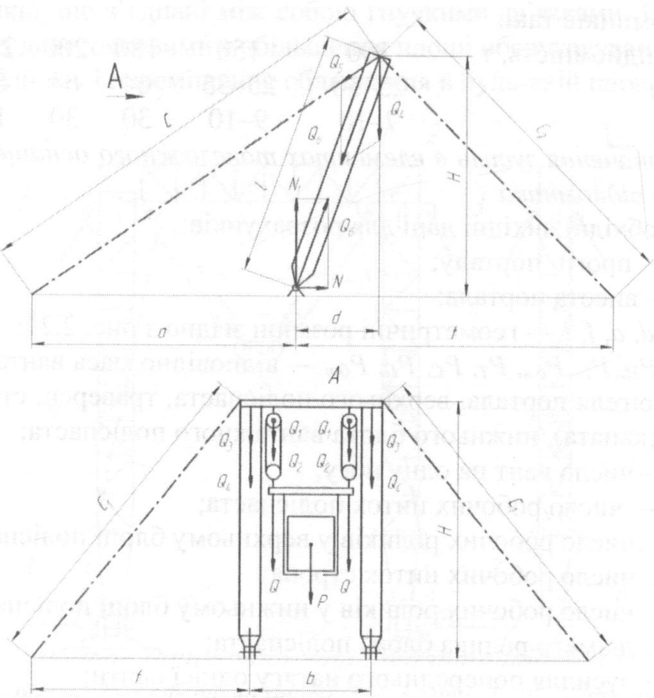


Рисунок 2.27

Схема до визначення зусиль у портальному підіомнику

Основні розрахункові зусилля і параметри

Зусилля на блок вантажного поліспаста:

нижній

$$Q = \frac{P + P_T + P_C}{2};$$

верхній (остання нитка сходить з нижнього блока)

$$Q_1 = Q + P_{б.в} + P_п.$$

Маса каната вантажного поліспаста

$$P = l_{к.п} \cdot q.$$

Довжина каната вантажного поліспаста

$$l_{к.п} = (n_1 - 1)(l - 5) + \left(\frac{n_2 + n_4}{2}\right) \cdot \pi d_1,$$

де 5 — сума розмірів по вертикалі: від долівки до підйомної цапфи, від цапфи до траверси, від траверси до блока, подвійного розміру блока від гака до осі роликів, від верхнього блока до голівки портала.

Зусилля:

на верхній блок вантажного поліспаста (остання нитка сходить з верхнього блока)

$$Q_1 = Q + P_{б.н} + P_п + S,$$

для цього випадку

$$l_{к.п} = n_1 \cdot (l - 5) + \left(\frac{n_2 + n_4}{2}\right) \cdot \pi d_1;$$

на поліспаст

$$Q_2 = Q_1 + P_{б.в}.$$

Вертикальна складова зусилля в точці підвішування рігеля до ноги портала

$$Q_3 = Q_2 \cdot K + \frac{P_p}{2} + S_1.$$

Зусилля в голівці портала

$$Q_4 = Q_3 + \frac{P_н}{2} + S \cdot n \cdot 0{,}707.$$

Приймається кут нахилу вант 45°.

Зусилля в задній ванті

$$Q_5 = \frac{Q_4 \cdot d \cdot c}{a \cdot H}.$$

Горизонтальна N і вертикальна N_l реакції від зусиль в опорі портала:

$$N = \frac{Q_5 \cdot (d+a)}{c},\ N_1 = \frac{Q_4 \cdot (d+a)}{a} + \frac{P_H}{2}.$$

Довжина стропа

$$l_{к.с} = n_3 \cdot l_2,$$

де $l_2 = 1м$ (відстань від нерухомого блока поліспаста до точки кріплення до якоря чи конструкції).

Довжина поліспаста задньої ванти (максимальна)

$$l_{п.з} = c - (4 + L_{з.в}),$$

де 4 — відстань від нерухомого блока вантового поліспаста до точки закладення якоря задньої ванти, м.

Довжина задньої ванти

$$L_{з.в} = c - (l_{п.з.1} + 4),$$

де $l_{п.з.1}$ — довжина поліспаста задньої ванти у стягнутому стані.

Довжина канату задньої ванти

$$l_{к.з.в} = L_{з.в} \cdot n_5 + l_2.$$

Довжина канату поліспаста задньої ванти

$$l_{к.п.з} = l_{п.з} \cdot n_6 \left(\frac{n_1 + n_8}{2} \right) \cdot \pi d_1 + l_4 + 10,$$

де 10 — довжина каната, що намотаний на барабан лебідки, м.

Необхідна канатомісткість лебідки поліспаста задньої ванти, м:

$$l_б = (l_{п.з} - l_{п.з.1}) \cdot n_б + 10.$$

Зусилля в бокових, передній ванті, їх поліспастах, їх довжину, довжину канатів і стропів, канатомісткість лебідок визначають аналогічним шляхом.

3. ВАНТАЖОПІДЙОМНЕ ОБЛАДНАННЯ

В якості підйомних механізмів на монтажних роботах широке практичне застосування отримали домкрати, талі, лебідки, підйомники.

3.1 ДОМКРАТИ

Домкрати призначаються для підйому вантажів на невелику висоту (до 0,7 м) і застосовуються переважно при ремонтах і будівельно-монтажних роботах. Основна відміна домкратів від інших вантажопідйомних машин полягає в тому, що підйом вантажу дом-

кратами здійснюється без вантажо-захоплюючих пристроїв. Деякі домкрати можуть горизонтально переміщувати вантажні на невелику відстань. Домкрати можуть бути переносними і стаціонарними. За конструкцією домкрати поділяються на рейкові, гвинтові і гідравлічні, а привод домкратів може бути ручним або механічним. При виві-рені обладнання використовуються клинові домкрати.

Рейкові домкрати мають завжди ручний привод. Їх вантажопідйомність складає 0,5–10 т. Вони бувають важільно- і зубчасто- рейковими.

Важільно-рейковий домкрат (рис. 2.28) складається з рейки 2 з упорними зубцями, обойми 3, що ковзає уздовж рейки по напрямним приводного важіля 5 і системи собачок 4 і 6, які розташовані всередині обойми. Лапа 1, яка жорстко з'єднана з обоймою домкрата, є опорою для вантажів. При підйомі вантажу реверсуючий важіль 8 установлюють у положення 1. При натисканні приводного важеля вниз у зубець рейки упирається велика собачка 6, обойма разом з вантажем піднімається вгору, а мала собачка 4 заходить за черговий зубець. При підйомі приводного важеля мала собачка утримує вантаж від самовільного опускання, а велика собачка ковзає по зубцю і притискається до нього пружиною 7. За одне хитання важеля обойма піднімається на висоту, що дорівнює кроку зубця.

Для опускання вантажу важіль 8 установлюють у положення II невеликим натисканням вниз, внаслідок чого зовнішній упор з пружини знімають. При цьому мала собачка виходить із зачеплення з рейкою і під дією ваги вантажу обойма опускається до упору собачки в наступний зубець, а важіль переміщується вгору. Але важіль необхідно підтримувати рукою для попередження удару рейки по малій собачці.

Важільно-рейкові домкрати мають високий ККД (0,95–0,97). Але ці домкрати мають суттєвий недолік, який полягає в уривчастій дії і самовільному падінні вантажу внаслідок швидкого зносу собачок.

Зусилля, що має прикладатись до важелю домкрата, можна визначити за формулою

$$P = G_B \cdot \frac{l}{(L \cdot \eta)},$$

де G_B — вага вантажу;

l — довжина малого плеча важелю;

η — ККД домкрата;

L — довжина великого плеча важелю (до осі обертання).

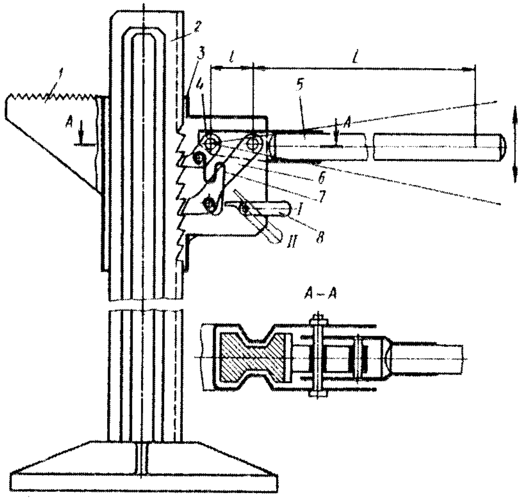


Рисунок 2.28
Важільно-рейковий домкрат

Гвинтові домкрати можуть мати ручний чи електричний привод. Якщо у важільно-рейкових домкратів кожне переміщення по висоті рівне кроку зубця рейки, а в зубчасто-рейкових домкратах — кроку храпового колеса, у гвинтових домкратах вантаж можна установлювати по висоті з великою точністю. Найпростіший гвинтовий домкрат (рис. 2.29) складається із корпусу 1, гвинта 2, голівки 3, що шарнірно з'єднана з гвинтом, гайки 4 і приводної рукоятки 5 із собачкою 6 храпового механізму. При хитальних рухах приводної рукоятки храпове колесо повертається разом з гвинтом, що призводить до висування гвинта із корпуса. У більш простих гвинтових домкратах гвинт повертається лише важелем, який установлюється в один із отворів у верхній частині гвинта. Для попередження самовільного опускання вантажу нарізку гвинтових домкратів виконують самогальмівною (трапецієподібною чи упорною), при цьому кут підйому гвинтової лінії α має бути меншим за кут тертя нарізки ρ.

При підйомі вантажу коефіцієнт корисної дії гвинтового домкрата визначається за формулою

$$\eta = \frac{tg\alpha}{tg(\alpha+\rho)}.$$

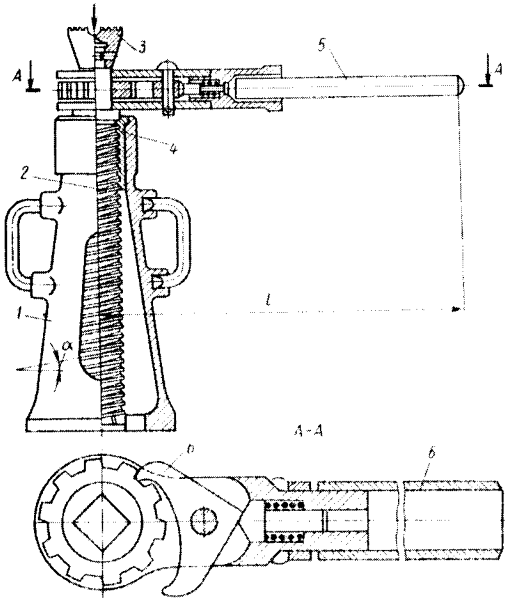


Рисунок 2.29
Гвинтовий домкрат

Основним критерієм, що характеризує працездатність гвинтового домкрата, є зносостійкість нарізки. Гвинт повинен бути перевірений на стійкість проти поздовжнього вигину. Зусилля P, що необхідне для підйому вантажу вагою G, на рукоятці довжиною l складатиме

$$P = \frac{G}{2l}\left[d_p \cdot tg(\alpha + \rho) + f \cdot d_c\right],$$

де d_p — середній діаметр нарізки;

f — коефіцієнт тертя між голівкою і гвинтом;

d_c — середній діаметр поверхні тертя торця голівки домкрата по гвинту.

Основним недоліком гвинтових домкратів є низький ККД і незначна швидкість опускання вантажу.

Вантажопідйомність гвинтових типових домкратів складає від 3 до 20 т.

Гідравлічні домкрати виконують з ручним і машинним приводом. У першому випадку резервуар для масла з насосом і домкрат

виконані у вигляді єдиного агрегату, у другому випадку домкрат складається тільки з поршня і циліндра і живиться від окремого джерела рідини під тиском.

Для гідравлічних домкратів, як і гвинтових, властиві плавність ходу і точне установлення вантажу. Проте на відміну від гвинтових гідравлічні домкрати мають високий ККД. У порівняні з рейковими і гвинтовими гідравлічними домкрати мають значно більшу вантажопідйомність, яка може досягати до 1000 т і більше (все залежить від тиску робочої рідини і корисної площі плунжера).

Домкрат з ручним приводом (рис. 2.30) складається із гідроциліндра 2, плунжера 1, ручного поршневого насоса 4 з приводною рукояткою 5 і ємкістю для масла 6. При хитанні рукоятки 5 масло із ємкості надходить під плунжер, внаслідок чого плунжер піднімається разом з вантажем. Для опускання вантажу чи плунжера належить повернути вентиль 3, тоді порожнина гідроциліндра з'єднається з ємкістю і плунжер розпочне опускатись під дією власної ваги чи вантажу. Швидкість опускання регулюється величиною відкриття прохідної щілини спускного вентиля.

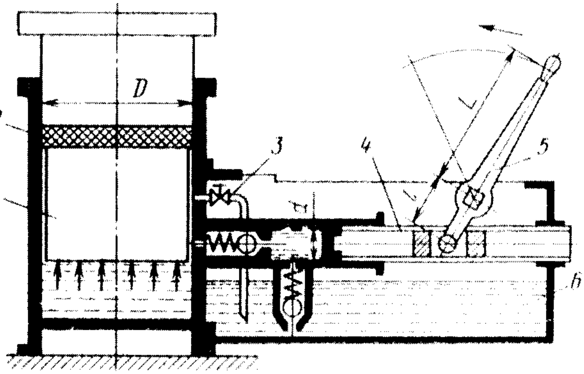


Рисунок 2.30
Гідравлічний домкрат з ручним приводом

Зусилля на рукоятці домкрата можна визначити за формулою

$$P = Q \cdot g \cdot \left(\frac{d}{D}\right)^2 \cdot \frac{l}{L \cdot \eta},$$

де Q — вантажопідйомність домкрата, т (кг);

g — прискорення вільного падіння;

d — діаметр плунжера насоса;

D — діаметр плунжера домкрата;

L, *l* — плечі важиля;

$\eta = 0{,}8 - 0{,}85$ — ККД домкрата.

Швидкість підйому вантажу можна визначити за формулою

$$V = \beta \cdot S \cdot m \cdot \left(\frac{d}{D}\right)^2,$$

де β — коефіцієнт, що враховує витоки масла через ущільнення;

S — хід плунжера насоса;

m — число подвійних ходів плунжера насоса за одиницю часу.

Швидкість підйому вантажу ручними гідродомкратами дуже мала (від 0,001 до 0,002 м/с). Більшу швидкість мають гідродомкрати, що живляться від маслостанції з електроприводом.

На монтажних роботах застосовують домкрати подвійної дії (чи реверсивні). Поршень у них втягується автоматично за рахунок чотирьох пружин (рис 2.31).

Рідина, що надходить у домкрат піднімає корпус домкрата із положення 1 у положення 2, а плунжер залишається на місці. У положенні 3 під лапи корпуса підкладають бруски (наприклад, дерев'яні). Після плунжер піднімається (положення 4) і під нього підкладують бруски (положення 5). Потім при нерухомому плунжері піднімається корпус домкрата (положення 6). Таким чином, при підкладанні чергового ярусу брусків можна переміщати вантажі на знану величину.

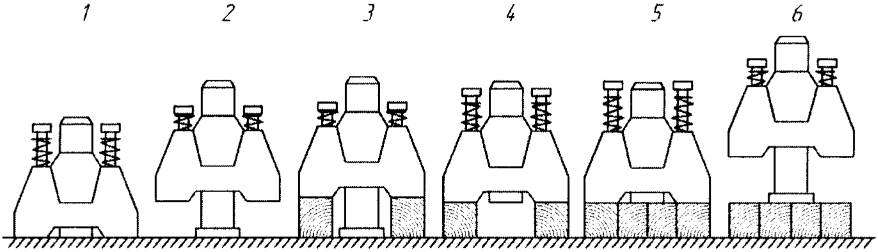
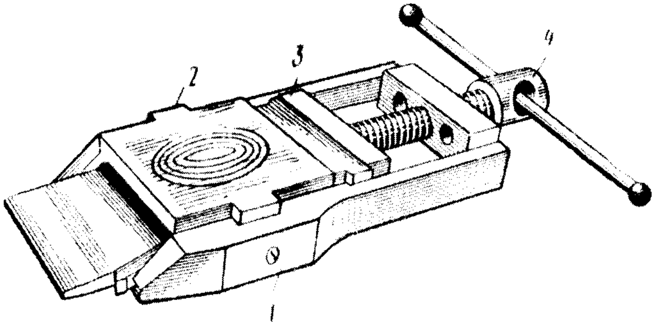


Рисунок 2.31

Схема роботи гідравлічного домкрата подвійної дії (цифрами показані положення домкрата)

Клинові домкрати можуть бути як гвинтовими, так і гідравлічними. На рис. 2.32 показано клиновий домкрат з гвинтовою передачою, який використовується при вивірянні обладнання під час монтажу.



1 — корпус; 2 — підйомна плита; 3 — клин із вмонтованою гайкою; 4 — гвинт з рукояткою

Рисунок 2.32
Клиновий домкрат

Принцип дії клинових домкратів побудований на переміщені двох клиновидних пластин назустріч одна другій за допомогою гвинта 4. Максимальна висота підйому таких домкратів 10–15 мм. Але для вимірювання обладнання цього цілком достатньо. Вантажопідйомність клинових домкратів 5–10 т.

3.2 ТАЛІ І ТЕЛЬФЕРИ

Талі являють собою простий вантажопідйомний пристрій для підйому і переміщення вантажів у межах 15 т. Талі в залежності від типу привода поділяються на талі з ручним, електричним чи пневматичним приводом.

Талі з ручним приводом здійснюють підйом вантажів за допомогою вантажних пластинкових чи зварних каліброваних ланцюгів, що приводяться в рух вручну за допомогою приводних зірочок. Вантажний ланцюг утворює поліспаст з кратністю 2; 3 і рідше 4.

Розрізняють ручні талі, черв'ячні і шестерневі. Черв'ячна таль з пластинковим вантажним ланцюгом, що створює двократний поліспаст, має верхню обойму 6 (рис. 2.33), в якій розташовано приводний механізм, і гакову підвіску 1 з рухомою зірочкою 2. Остання підвішена на пластинковому шарнірному ланцюгу 10. Приводний механізм складається із черв'яка 9, на якому закріплена приводна зірочка 4 з каліброваним зварним нескінченним ланцюгом 3, і із черв'ячного колеса 7 і зірочки 5. Зірочка приводить в рух вантажний пластинковий ланцюг, від довжини якого залежить височина підйому вантажу.

Черв'ячна передача для збільшення ККД виконана несамогальмівною з двозаходним черв'яком і кутом підйому гвинтової лінії 15–20^0. Тому для запобігання самовільному опусканню вантажу вона має дискове вантажоупорне гальмо 5. Вантажопідйомність черв'ячних талей складає 0,5–10 т, а ККД — 0,55–0,7.

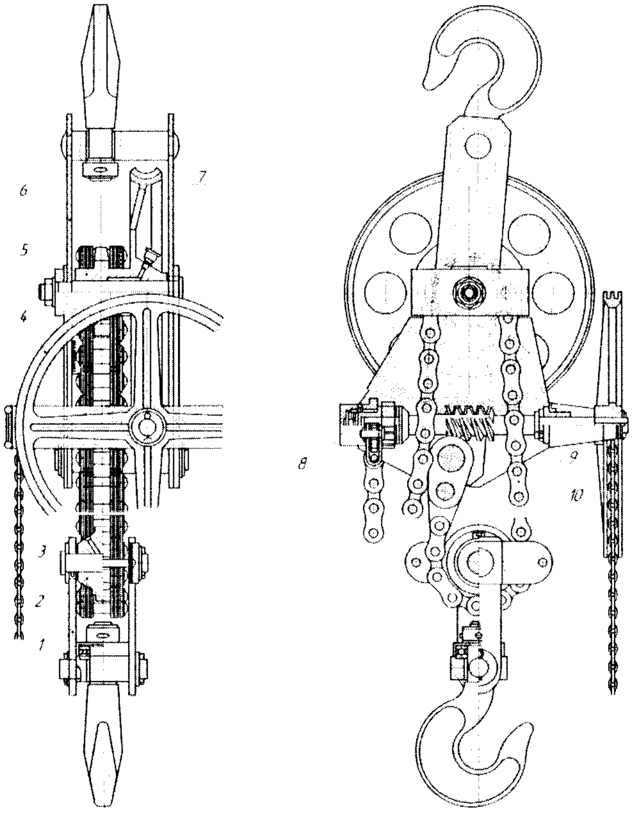


Рисунок 2.33
Черв'ячна ручна таль

Шестерневі талі на відміну від черв'ячних мають циліндричне зубчасте зачеплення. Тут крутний момент талі від тягового зубчастого колеса передається на приводний вал з шестернею, що перебуває в зачепленні з двома зубчастими колесами, і далі через ще одну зубчасту передачу — на приводну зірочку, що приводиться в дію за допомогою нескінченого каліброваного ланцюга. Для запобігання

самовільному опусканню вантажу таль оснащена храповим гальмом, що вмонтоване у тягове колесо. Вантажопідйомність шестерневих талей складає 0,25–10 т, а ККД — 0,7–0,9.

Ручні талі мають обмежене коло дії, тобто піднімають вантаж лише в тому місці, де вони закріплені. Щоб розширити поле дії талі, її підвішують до візка, який рухається по колії, що виконана із двотаврових балок і підвішених до перекриття будови. Така колія носить назву монорейок, а візки, за допомогою яких талі переміщуються по монорейкам, називають кішками. Кішка переміщується за допомогою ланцюга, який огинає зубчасте колесо, що зв'язане шестернями з ходовими роликами візка.

Більш досконалим вантажопідйомним пристосуванням є тельфер — електрична таль з візком, що переміщується по монорейці 4 (рис. 2.34). Підйомним механізмом у тельфера слугує електричний привод 3. Переміщують тельфер вручну чи електричним приводом. Управляють підйомом і переміщенням тельфера від пульта 1, який підвішено на гнучкому кабелі 2.

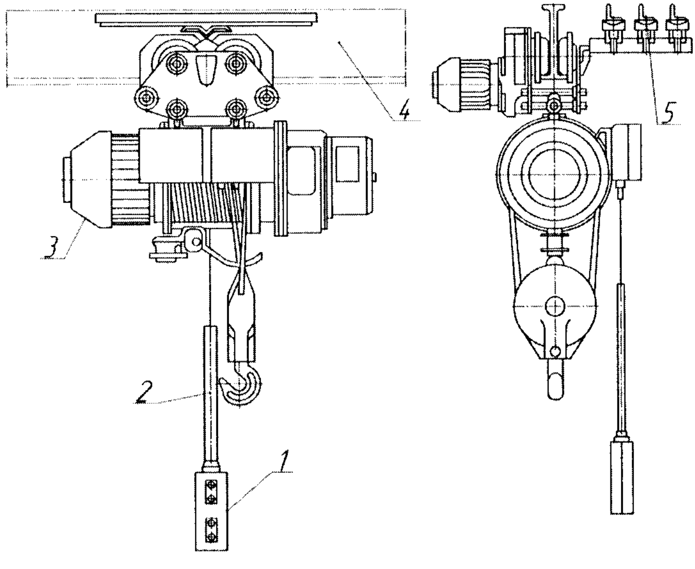


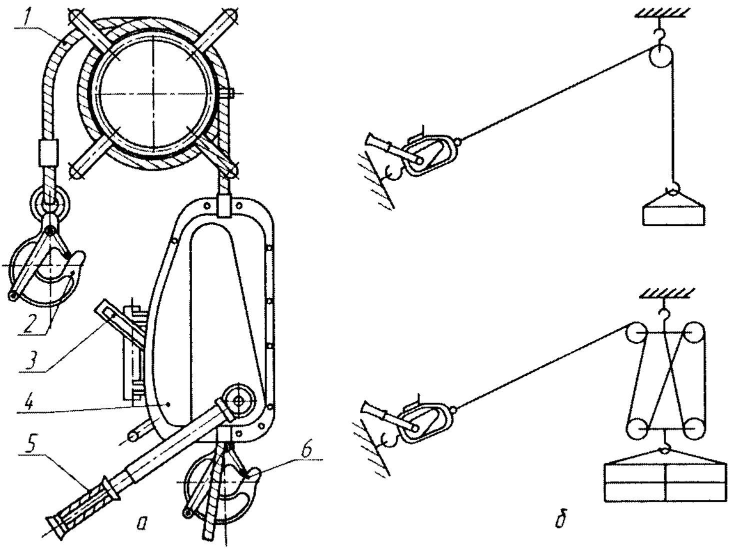
Рисунок 2.34
Електричний тельфер

Тельфери можуть переміщуватись як на невелику, так і на значну відстань (все залежить від довжини рейкової колії). При невели-

ких переміщеннях струм підводиться гнучким кабелем, а в інших випадках — тролеями 5, що розташовані збоку монорейкової колії чи над нею.

3.3 ЛЕБІДКИ

Монтажні лебідки бувають з ручним і електричним приводом. Ручні важільні лебідки (рис. 2.35) вантажопідйомністю 1,5–3 т широко використовують для підйому і переміщення вантажів по горизонтальній і похилій площинам. Важільні лебідки, зазвичай, виконуються без органу навивання каната. Принцип дії її побудований на протягуванні каната через тяговий механізм за допомогою двох пар затискачів.



1 — канат; 2 — вантажний гак; 4 — корпус; 3–5 — важелі

Рисунок 2.35

Загальний вигляд (а) і схема (б) ручної важільної лебідки

Лебідки з електроприводом поділяються: за призначенням — на підйомні, тягові і поворотні (для обертання монтажних кранів); за способом установлення — на пересувні і стаціонарні; за числом барабанів — на одно — дво — і трибарабанні. Барабани можуть бути гладкими і нарізними. Вантажопідйомність лебідок складає 0,5–12,5 т, канатомісткість — 80–800 м.

На рис. 2.36 показано зовнішній вигляд однобарабанної електролебідки. Барабан лебідки 2 обертається від електродвигуна 5 через редуктор 9. Відкрита зубчаста передача з'єднана з валом 7 редуктора. Шестерня 3 барабана закрита кожухом 4. Двигун лебідки оснащений колодковим гальмом 8 і пусковим пристроєм 6. Вал барабана спирається на підшипники кочення, що установлені у корпусах 1 і стояках 11. Всі вузли лебідки змонтовані на загальній рамі 10.

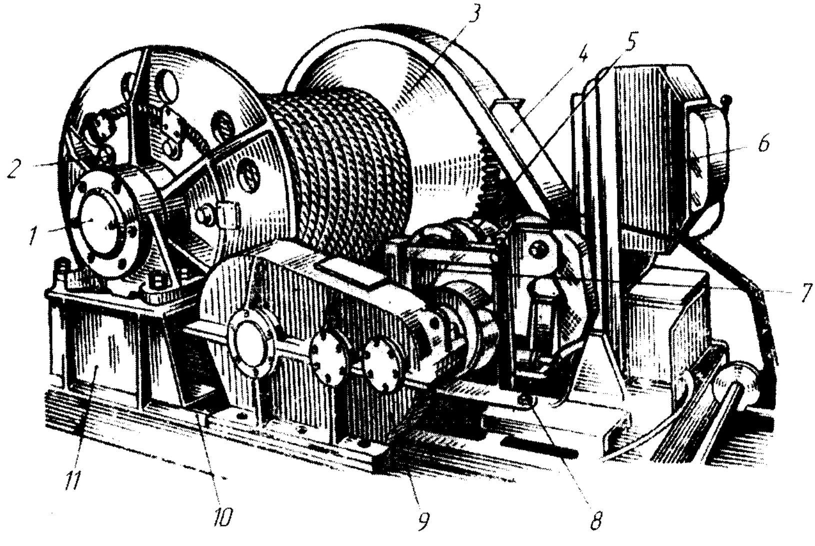


Рисунок 2.36
Електрична монтажна лебідка

До початку використання лебідку необхідно старанно оглянути. Виявлені при цьому несправності (навіть незначні) належить повністю усунути. Всі частини тертя лебідки мають бути добре змащеними. Масло в підшипниках міняють один раз на три місяці, а ковпачкові маснички повинні заповнюватись щодобово.

Збігаючий кінець каната лебідки повинен проходити паралельно площині її установлення і навиватись на барабан лише знизу (не зверху). Це забезпечується установленням відвідного блока, який розташовують на відстані, що рівняється не менше 20 довжинам барабана лебідки (відлік від осі барабана).

Технічні характеристики типових монтажних лебідок наведено в табл.2.1

Таблиця 2.1 Технічні характеристики типових монтажних лебідок

Тип лебідки	Тягове зусилля,т	Крутний момент, кНм	Діаметр каната, мм	Канатомісткість, м	Габарити, м	Маса з канатом, кг
ЛМ 1М	1,0	1,0	9,3	60	0,585х0,745х0,563	147 (без каната)
ЛМ-2,5	2,5	5,27	17,5	140	1,358х1,162х0,815	825
ЛМЦ-3	3	7,5	17,5	250	1,34х1,388х0,845	1265
ЛМ-5	5	14,3	22	250	0,85х1,308х0,87	1095
ЛМ-8	8	28,3	28,5	350	2,25х1,1х1,276	2235
ЛМЄ-10-510	10	45,0	30,5	510	2,8х2,33х1,48	3795
ЛМН-12	12,5	72,0	33	800	2,9х2,0х1,8	5645

3.4 АНКЕРНІ ПРИСТРОЇ

Для закріплення лебідок, вант монтажних мачт, поліспастів, відвідних блоків і інших такелажних пристосувань слугують якорні (анкерні) пристрої різних конструкцій. Часто для цього використовують конструкції промислових будов, фундаменти під обладнання і конструкції. Можливість їх використання повинна перевірятись розрахунками.

Найпростішими якорями є дерев'яні палі, що забиті в грунт під деяким кутом до горизонту на глибину не менше 1,5 м і з'єднані між собою канатами. Проте частіше використовуються металеві палі.

В той же час зручніше лебідку прикріпити до конструкцій будови шматком каната 2 (рис. 2.37, а), який пропущений через отвір рами 1 і охоплює колону 4 чи інший штучний або природній якір. Під канат необхідно підкладати дерев'яні підкладки 3. Канат кріплення має бути якомога коротшим, а якір не повинен перешкоджати мотористу працювати, тобто управляти лебідкою. Збігаюча нитка поліспаста 9 (рис. 3.37, б) повинна підходити до барабана лебідки горизонтально і переважно знизу барабана. Відвідний блок, що направляє канат на лебідку, має бути віддалений від барабана не менше ніж на 20 довжин барабана.

Якщо немає якоря, лебідку 6 закріпляють вантажом 5, що укладається на додаткову раму 7, і двома палями 8 із кутової сталі які

забивають у грунт перед рамою на глибину до 2 м. Лебідку на рамі закріплюють жорстко, щоб попередити її проковзування поздовж додаткової рами. Остання ж упирається в палі.

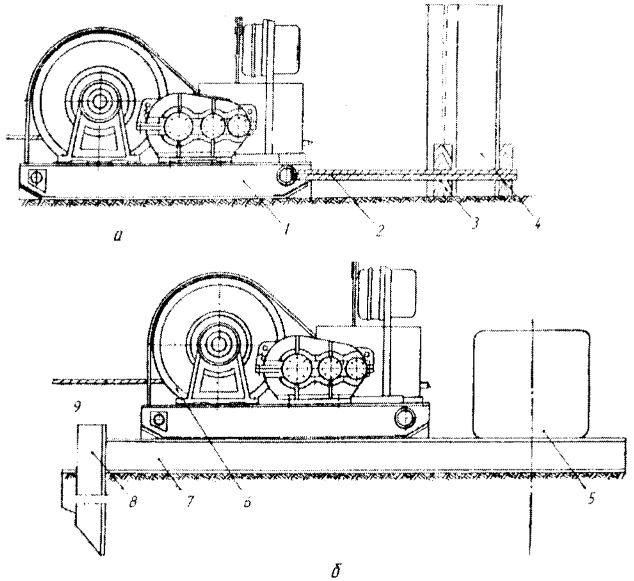


Рисунок 2.37

Установлення лебідок з кріпленням до якорю (а) і палями з вантажем

Під час роботи на лебідку діє перекидний момент відносно точки А, що створюється зусиллям натягу *S* у збігаючій нитці лебідки (рис. 2.38).

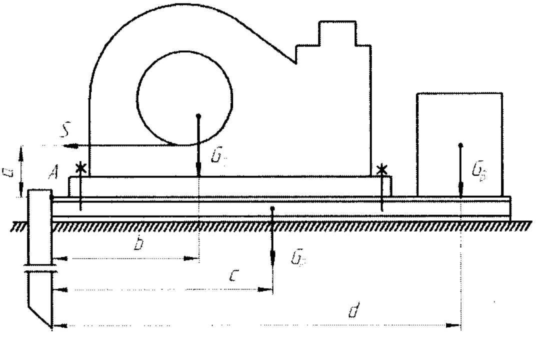


Рисунок 2.38

Розрахункова схема лебідки до рис. 2.37

Для забезпечення надійної стійкості лебідки необхідна наступна умова:

$$M_в / M_п \geq 1,4,$$

де $M_в$ і $M_п$ — відповідно відновлювальний і перекидний моменти.

Згідно зі схемою

$$M_в = G_л \cdot b + G_р \cdot c + G_в \cdot d,$$
$$M_п = S_{max} \cdot a,$$

де $G_л$, $G_р$, $G_в$ — відповідно маса лебідки, додаткової рами, вантажу;

S_{max} — максимальне тягове зусилля лебідки;

a, b, c, d — плечі відповідних сил.

Основним призначенням розрахунку є визначення маси вантажу зрівноваження $G_в$. При відомому розташуванні центра мас вантажу, що визначається із конструктивних міркувань, його масу можна визначити з попередніх виразів

$$G_B \geq \frac{1{,}4 \cdot S_{\max} \cdot a - G_л \cdot \mathrm{b} - \mathrm{G_p} \cdot c}{d}.$$

з наведеного виразу видно, що величина маси додаткового вантажу в значній мірі залежить від розмірів плеча *a* тягового зусилля S. Чим це плече більше, тим більшою має бути маса додаткового вантажу. Тому лише у тих випадках, коли рама лебідки перешкоджає підвести канат знизу барабана, його підводять зверху.

3.5 МОНТАЖНІ КРАНИ

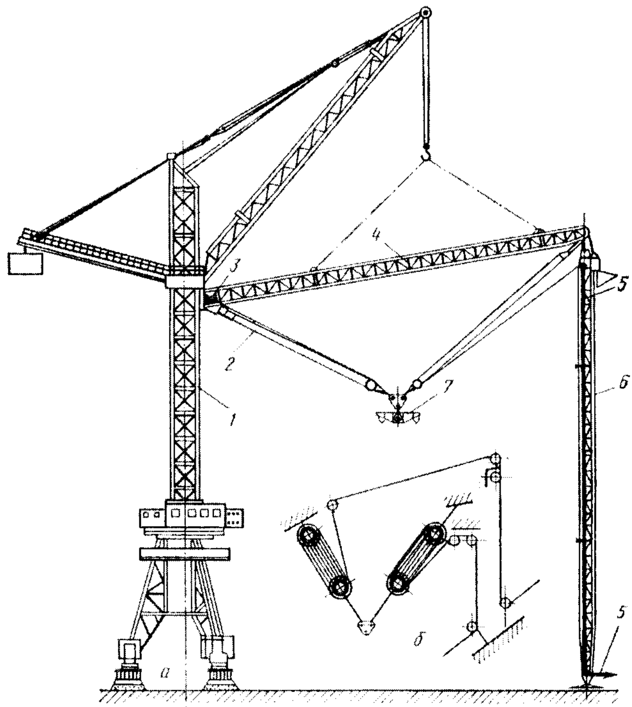
При спорудженні і монтажі металургійного обладнання використовуються різноманітні типи кранів: баштові; монтажні на гусеничному ходу; автомобільні; залізничні стрілові; монтажні стрілові на пневмоходу, козлові.

Баштові крани у порівнянні з іншими кранами займають менше місця на монтажному майданчику, тому вони є майже їх належністю. Крім того перевага цих кранів полягає у можливості обслуговування великої зони будівельно-монтажних робіт. У баштових кранів несною конструкцією є вертикально розташована башта з установленою зверху стрілою. Вони володіють великою вантажопідйомністю (до 240 т), при значних розмірах стріли (до 84 м) і висоті підйому вантажів (до 96 м).

Для баштових кранів характерне високе розташування центра тяжіння (тому потрібна підвищена увага до їх стійкості) і різке зни-

ження вантажопідйомності при збільшенні вильота стріли. Наприклад, баштовий кран БК-1000, що має максимальну вантажопідйомність 50 т, при вильоті стріли 45 м має вантажопідйомність лише 16 т.

Тому на практиці застосовуються різні способи покращення їх характеристик: використання противаг, масу і положення яких можна регулювати; модернізація конструкції стріли і змінення стрілової системи; переміщення крана по похилій площині з автоматичним пристроєм для підтримання вертикального положення башти; спирання стріли на підставку; з'єднання башт двох кранів несним мостом (рігелем); оснащення крана з'ємними пристроями. Зокрема оснащення крана БК-1000 з'ємним пристроєм дозволило підвищити його вантажопідйомність до 130 т (рис. 2.39).



1 — кран; 2 — вантажний поліспаст; 3 — відвідні ролики; 4 — рігель; 5 — збігаюча нитка вантажних поліспастів; 6 — мачта; 7 — траверса

Рисунок 2.39

Модифікований кран БК-1000 (загальна схема збільшення вантажо-підйомності (а) і схема запасування вантажних поліспастів (б))

Монтажні крани на гусеничному ходу також отримали широке застосування при монтажі металургійного обладнання завдяки високій маневреності, прохідності і великій вантажопідйомності (до 160 т). Проте для цих кранів характерна крута залежність вантажопідйомності від вильоту стріли. При цьому зниження вантажопідйомності найбільш інтенсивне при середніх і особливо при великих вильотах стріли в зв'язку з наростаючим негативним впливом маси стріли на вантажну стійкість крана.

Для покращення грузовисотних характеристик цих кранів застосовують наступні технічні заходи: розчалювання стріли; одночасну роботу декількох кранів і кранів, що поєднані рігелем; підпорки (шеври) під стріли; винесення стріл на тимчасові опори; установлення на крані противаг, що балансують вантажний момент. Можлива і комбінація вказаних заходів.

Тимчасове розчалювання стріл зі збереженням маневрування (тобто змінення вильоту стріли і повороту платформи з вантажем) забезпечує можливість підйому на номінальному вильоті стріли підвищити вантажопідйомність на 50–200% у порівнянні з паспортною.

Автомобільні крани також використовуються при виконанні монтажних і будівельних робіт, особливо на віддалених один від одного об'єктах монтажу. Вони володіють високою маневреністю, мобільністю, швидкістю переміщення (до 80 км/год).

Залізничні крани використовують при монтажі обладнання на об'єктах, що розташовані близько залізниці.

Монтажні стрілові крани на пневмоходу застосовують на монтажних роботах при будівництві нових об'єктів металургійних заводів. Стійкість кранів проти перекидання забезпечується їх власною масою, а також за рахунок виносних опор (аутригерів).

Козлові крани використовуються при монтажі обертальних печей, конструкцій і обладнання бункерної естакади доменного цеху, а також для обслуговування складів і дільниць по складанню і виготовленню монтажних конструкцій. Вантажопідйомність цих кранів до 50 т.

3.6 НАДПОТУЖНІ КРАНИ

Надпотужні крани (суперкрани) застосовуються для підвищення ефективності монтажу і демонтажу обладнання. Зокрема їх застосовують для монтажу крупноблочного, великовагового облад-

нання на об'єктах атомної енергетики, нафтохімії, металургії і в інших секторах будівництва. В останні роки надпотужні крани стали активно використовувати для монтажу обладнання вітрових енергетичних установок.

Більшість суперкранів діляться на дві категорії: стаціонарні з великою поворотною кільцевої базою і мобільні крани на гусеничному ходу. Обидва типи кранів мають свої переваги і недоліки.

Поворотні, у яких стрілова конструкція разом з контрвантажем повертається по округлому рейковому шляху, стаціонарні, але у них велика висота підйому вантажу і виліт. До недоліків таких кранів можна віднести те, що вони не можуть пересуватися з вантажем, а для їх установки потрібно підготувати грунтову основу і навіть фундамент.

Крани на гусеничному ходу легко переміщуються як по майданчику, так і з одного майданчика на інший, а також можуть переміщатись з вантажем.

Крани з виносними опорами, такі як виробляє VersaCrane, мають ту перевагу, що несуча здатність грунтової основи може бути нижче, ніж для інших суперкранів без таких опор, що полегшує їх установку на будівельному майданчику.

Транспортування суперкранів є однією з важливих проблем, яку виробники вирішують уже на стадії проектування і розробок. Так, компанія Mammoet крани типу PTC запроектувала на доставку в контейнерах на судах, ці контейнери потім стають баластовим боксом для крана. Користувач отримує інструкцію щодо заповнення боксу місцевими матеріалами — піском і гравієм для отримання проектного контрвантажу.

Компанія Lampson дробить конструкції своїх кранів, щоб вони могли розміститися на 100 вантажівках, а секції стріли не зварюються, а збираються на штифтах.

Частини суперкранів виробництва Bigge розміщуються на 160 вантажівках. Найбільші в світі суперкрана по максимальній вантажопідйомності представлені в таблиці 2.18. [35, 36].

Виробник кранів фірма ALE планує введення в експлуатацію в 2017 році надпотужного в світі крана AL.SK700. Його вантажопідйомність становить 8000 т. Кран AL.SK700 базується на двох кранах AL.SK і призначений в першу чергу для підйому надважких модулів в морській і суднобудівельній промисловості.

Таблиця 2.18 Перелік і характеристика надпотужних кранів

Країна	**Виробник**	**Модель крана**	**Вантажопідйомність, тонн**
Великобританія	ALE	AL.SK700	8000
США	Bigge	125D AFRD (A-Frame Ring Derrick)	6803
Великобританія	ALE	AL.SK350	5000
Великобританія	ALE	AL.SK190	4300
Китай	XCMG	XGC88000.	4000
Китай	Sany	SCC36000	3600
Нідерланди	Mammoet	PTC-140/200-DS	3200
Бельгія	Sarens	SGC-120	3200
Німеччина	Terex	CC8800-1 TWIN	3200
Нідерланди	Mammoet	MSG-80	3072
Німеччина	Liebherr	LR-13000	3000
Німеччина	Lampson	LTL-2600	2359
США	Manitowoc	31000	2300
США	Deep South VersaCrane	TC-36000/1	2268
Німеччина	Liebherr	LR-11350	2000
Нідерланди	Mammoet	PT50	2000

Кран ALE AL.SK350 вперше був запущений в 2013 році. Висота крана складає 130 метрів, А-подібна рама-стріла спирається на підставу шириною 18 метрів.

Кран оснащений 4000 тонною основної лебідкою і 600 тонною допоміжною швидкісною лебідкою.

Кран AL SK190 вантажопідйомністю 4300 т, випущений компанією британського походження Abnormal Load Engineering Ltd. (ALE) представлений на рисунку 2.40. Кран з кільцевої базою, для підйому вантажу в ньому використовуються кабельні домкрати вантажопідйомністю до 600 т, вантажний момент крана становить 190 тис. т. м. Швидкість підйому вантажу домкратами становить 10 м/год, тоді як додаткова швидкохідна лебідка забезпечує підйом на швидкості 150 м/год. Два крана моделі AL SK190 ведуть роботи в різних країнах світу — в Таїланді і США. Перший був випущений в 2008 р., в 2011 р. на другий кран була встановлена система мегадомкратів

Mega Jack, здатна піднімати вантаж масою 5 тис. тонн на висоту 25 м. Обидва крана були зібрані на заводі компанії в місті Бреда в Нідерландах. Для транспортування кожного з кранів потрібно 130 контейнерів.

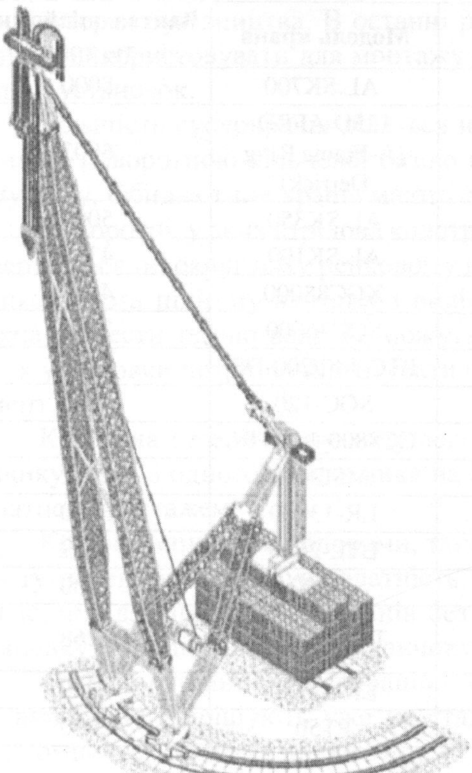


Рисунок 2.40
Кран ALE модель AL SK190

Найбільшим у світі краном в 2016 році був кран фірми Bigge модель 125D AFRD. Цей кран відноситься до деррик-кранів з круговою базою для повного повороту з А-образною гратчастою підйомною стрілою. Його вантажопідйомність становить 6803 т при стрілі довжиною 91 м. При оснащенні стандартною стрілою довжиною 171 м вантажопідйомність становить 3640 тонн при радіусі 73 м. Відстань між центром крана і зовнішньою кільцевою базою становить 43 метри, що обмежує мінімальний виліт стріли до 31 метри. При наявності спеціального обладнання в центрі, для підвищення стійкості крана разом з улаштуванням залізобетонного фундаменту, кран може працювати при швидкості вітру 64 км/год і зберігати стійкість при ураганному вітрі до 241 км/год. Силовий привід складається з п’яти дизельних двигунів загальною потужністю 2573 кВт. Кран оснащений унікальною автоматичною системою врівноваження, що дозволяє утримувати підйомну частину в вертикальному положенні.

Найбільшим у світі гусеничним краном є кран XCMG XGC 88000, вантажопідйомністю 4000 тонн створений в 2012 році. У гусе-

ничному крані XGC88000 застосовується систему подвійних стріл з суперважкими противагами. В ході випробувань в 2013 році кран підняв вантаж 4500 тонн і утримував протягом 20 хвилин.

Кран SCC36000 вантажопідйомністю 3600 т китайської компанії Sany. Вантажний момент крана 86 тис. т. м. При висоті підйому вантажу 98 м і радіусі 45 м вантажопідйомність становить 1700 т. Кран на гусеничному ходу зі здвоєною стрілою випущений в 2011 році. Кран збудований на заводі в м. Кушанє в Китаї, його вартість 40 млн доларів США. Ходова частина крана містить вісім гусеничних траків, в якості силового агрегату використовуються два дизельні двигуни потужністю 597 кВт. Для транспортування крана досить 86 вантажівок.

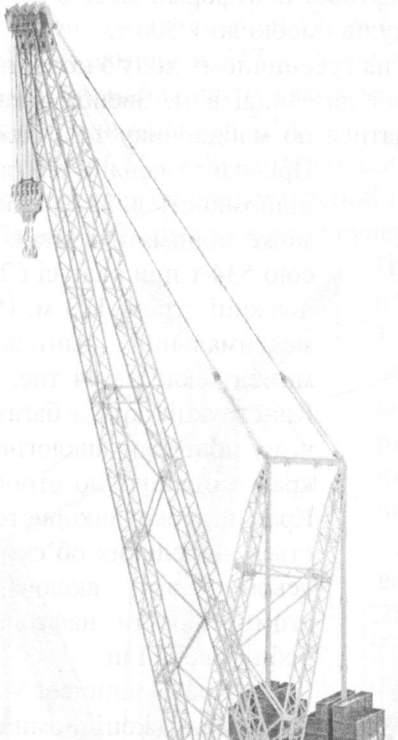


Рисунок 2.41
Кран Sarens Group модель SGC-120

Крани РТС-140/200-DS виробництва компанії Mammoet з Нідерландів відносяться до нового покоління кранів зі здвоєною кільцевої платформі Platform Containrized Twin-Ring Crane (PTC). Випущено два крана вантажопідйомністю по 3 200 т. Подвійна кільцева база кранів варіюється в діаметрі від 30 до 41 м. Здвоєна стріла і компоненти кранів укладаються в стандартні суднові контейнери, які далі використовуються як бокси для баласту. У крана моделі РТС-140 вантажний момент складає 140 тис. т. м, а у крана РТС-200 досягає 200 тис. т. м. Підготовка кранів до роботи на будівельному майданчику займає від трьох до шести тижнів. Два крана РТС-140 працюють в даний час в США, один моделі РТС-200 в Бразилії.

Бельгійська група Sarens Group в 2011 році випустила кран максимальною вантажопідйомністю 3200 т при радіусі 30 м і вантажним моментом 120 тис. т. м. (Рисунок 2.41). Вантаж масою 1000 т краном можна піднімати на 80 м при довжині головної стріли 89 м, 118 м або 130 м. Кран оснащений 12 дизельними двигунами, традиційними гідравлічними лебідками, а поворот крана здійснюється по базі з подвійного кільця діаметром 43 м. Транспортується кран в 155 суднових контейнерах, які можуть потім використовуватися в якості баласту. В даний час кран працює на будівництві заводу компанії Intel в м. Антел, штат Арізона в США, після чого кран буде перебазовано в Китай на будівництво нафтової платформи масою 15 тис. тонн, де буде потрібно підйом модулів масою до 1 300 т.

Кран Terex CC8800-1 TWIN на гусеничному ходу з подвійною гратчастою стрілою був зроблений на заводі в м. Звейбрюкене в Німеччині. Кран здатний переміщатися по майданчику з вантажем. При максимальній вантажопідйомності в 3200 т кран може піднімати вантаж масою 534 т при радіусі 62 м і довжині стріли 123 м. Його максимальний вантажний момент складає 44 тис. т.м. Конструкція крана багато в чому повторює аналогічний кран з одиночною стрілою. Кран широко використовується на великих об'єктах в усьому світі, включаючи атомні проекти, нафтопереробні заводи і ін.

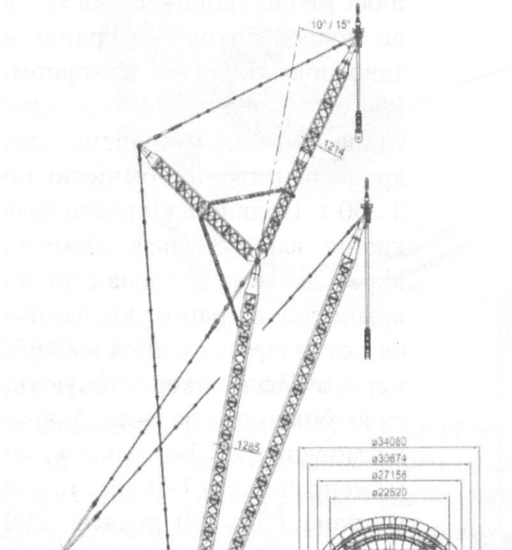


Рисунок 2.42
Кран Mammoet MSG-80

Кран Mammoet MSG-80 вантажопідйомністю 3072 т, який вперше був представлений в 1996 році показаний на рисунку 2.42. Кран з круговою базою, в якій для кращого ковзання крана хід оброблений те-

флоном. Для підйому вантажів використовуються кабельні домкрати. При довжині головної стріли в 93 метри з гуськом 37 метри кран може піднімати вантаж масою 774 т при радіусі 61 м. Кран серії MSG повільніший в управлінні, ніж нове покоління кранів PTC, але він залишається затребуваним через інші експлуатаційні показники.

Кран на гусеничному ходу моделі LR-13000 вантажопідйомністю 3 тис. тонн німецького виробника Liebherr. Кран був представлений на ринку в 2012 роця. Він оснащений головною стрілою довжиною 120 м і підйомним гуськом довжиною 126 м, максимальна висота підйому крюка становить 240 метри. Крім того, він може працювати без деррик-баласту.

При довжині стріли 126 м і робочому радіусі 61 м кран може піднімати вантаж в 947 т. Кран може здійснювати операції переміщення по майданчику з вантажем. Його оцінна вартість становить понад 26 млн доларів США.

Кран LTL-2600 вантажопідйомністю 2359 тонн американської компанії Lampson представлений на рисунку 2.43. Кран LTL (Lampson Transi-Lift), піонер в класі суперкранів був створений у 1994 році. При довжині стріли 122 м і вильоті 61 м вантажопідйомність становить 1 226 тонн. Стріла крана виготовлена з компонентів, з'єднаних на штифтах, а не як зазвичай на зварюванні, що дуже зручно при транспортуванні і здешевлює його. Кран відноситься до кранів на гусеничному ходу і може переміщатися з вантажем, його оцінна вартість 28 млн долларів США. Два крана були відвантажені в Китай для будівництва атомної станції, після чого вони успішно застосовувалися на нафтохімічних об'єктах і на будівництві мостів.

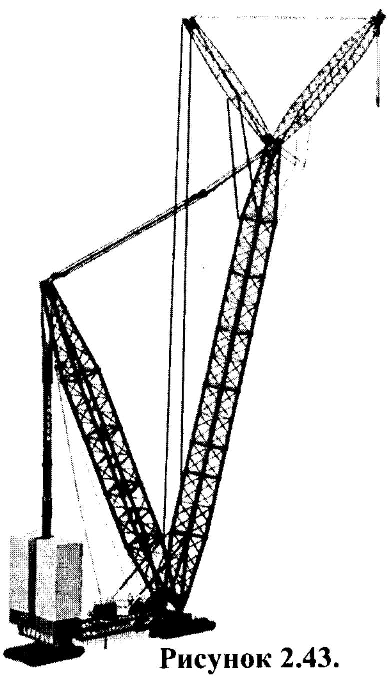


Рисунок 2.43.
Кран LTL-2600

Кран Manitowoc 31000 вперше був представлений на виставці CONEXPO в березні 2008 року. Головна його відмінність — наяв-

ність унікальної системи противаг, що змінює свою позицію не торкаючись землі, що різко знижує витрати на підготовчі роботи на майданчику. Випущено два крана вартістю по 30 млн долларів США.

Кран VersaCrane TC-36000/1 вантажопідйомністю 2268 т, побудований компанією Deep South Crane and Rigging в 2001 році. У крана є виносні опори, що, на думку виробника, прискорює час підготовки робочого майданчика для крана, оскільки навантаження від нього поширюються на великій площі. Компанія Deep South має два крана TC-36000/1 в своєму парку і пропонує їх в оренду, найближчим часом планується побудувати ще один такий кран. Одна машина в даний час працює на нефтеперегонном заводі в Колумбії.

Кран Liebherr LR-11350 має вантажопідйомність 2 тис. тонн, вперше він був представлений в 2006 році. Кран на гусеничному ходу зі стрілою 126 м і радіусом 64 м здатний переміщатися з вантажем масою 245 тонн. Для простоти транспортування всі компоненти крана, включаючи дизельний двигун, гідравліку, електрику і кабіну, можна об'єднати в один вантаж. У 2012 році кран був використаний на роботах зі зведення пілонів моста висотою 90 м в Лондоні. Кран був спеціально оснащений для робіт з максимальним робочим радіусом 120 м і висотою підйому гака 183 м.

Завершує список кран Mammoet PT50 вантажопідйомністю 2 тис. тонн, випущений в 1997 році. Кран має платформу у вигляді подвійного кільця, його вантажопідйомність при 62 метрах радіуса і стрілі 125 метри становить 379 тонн. Кран може бути оснащений фіксованою стрілою довжиною 202 метри або підйомним гуськом. Кран даного типу вантажопідйомністю 1600 тонн використовувався в 2016–2017 роках для реалізації великого інфраструктурного проекту з реконструкції доменної печі на металургійному комбінаті Запоріжсталь. За допомогою цього крана демонтована стара і побудована нова доменна піч за 6 місяців. Дане будівництво раніше в Україні виконувалось не менше ніж за 14 місяців. Процес будівництва розбили на два етапи: перший етап — попередня укрупнена збірка, під час якої на окремому майданчику, без зупинки діючої печі, компоненти нової домни збираються в кілька десятків укрупнених вузлів вагою до 400 тонн кожен; другий етап — ліквідація старої печі і монтаж на її місці цих мегавузлів в нову домну. Саме для того, щоб перевезти і змонтувати 400-тонні вузли, необхідний надпотужний кран.

Розділ 3
Слюсарно-пригинні роботи при складанні обладнання та інструменти для їх виконання

1. ВИДИ СЛЮСАРНО-ПРИГИННИХ РОБІТ ПРИ СКЛАДАННІ МАШИН

Загалом *пригінкою* називають ручне чи механізоване доведення деталей в процесі складання, внаслідок якого отримують необхідну чистоту та точність сполучення.

Зазвичай слюсарно-причинні роботи мають повністю виконуватись на підприємствах, що виготовляють обладнання. Проте на практиці досить часто ці роботи до остаточного завершення виконуються під час монтажу. Крім того, цьому сприяє і те, що для установлення і закріплення обладнання на місці при його використанні здійснюються додаткові заходи з боку фахівців різних напрямів, а саме, виготовлення фундаментів, постілей, каркасів, різних металевих опорних конструкцій і т.п. До того ж нерідко трапляються випадки, коли крупні машини і комплекси складаються з елементів, що встановлюються різними підприємствами. Буває і таке, що пригінні чи інші роботи, що пов'язані з монтажем, можуть здійснюватись лише при встановленні обладнання в проектне положення. Все це разом вимагає проведення наступних робіт: обрубування, обпиловки, шабрування, притирання, полірування, свердління, зенкування, зенкерування, розвертання, порізу, гнуття, рубання, правлення, рихтування, розмічання, шліфування, очищення, зачищення, клепіння, вальцювання та інші.

При виконанні деяких із перерахованих робіт деталі закріплюють затискними пристроями, що забезпечують надійне і швидке закріплення і не деформують деталі. До них, насамперед, відносяться лещата та струбцини.

Слюсарні лещата виготовляються трьох типів: стільцеві, паралельні, неповоротні і паралельні поворотні. Останні набули найбільшого поширення. Розміри лещат визначають за шириною затискних губок і величиною їх розкриття. Крім ручного затискання за допомогою гвинтової передачі виготовляються лещата із пневматичним затиском, які є більш продуктивними.

За місцем монтажу для тимчасового і оперативного закріплення деталей використовуються гвинтові струбцини. Нерідко трапляються і випадки, коли для закріплення деталей металоконструкцій використовується газове чи електричне зварювання.

Обрубування незначної кількості металу з деталей здійснюється за допомогою зубил, крейцмейселів і пневматичних рубильних молотків.

Обпиловку у процесі складання застосовують для виправлення нерівностей форми і розмірів деталей, для зняття нерівностей, припусків під розмір і усунення неглибоких дефектів у вигляді напливів, задирок і іншого. Цю операцію виконують за допомогою різних видів напилків. Точність при цьому залежить від типу напилка (вірніше від його насічки) і складає 0,05–0,1 мм. При значних обсягах роботи використовуються механізовані способи із застосуванням спеціальних інструментів і верстатів, зокрема абразивних кругів з пневматичним або електричним приводом. Для видалення іржі, задирок, напливів та іншого використовують голкофрези, тобто опресовані щитки із пружного дроту, що обертаються з головкою з окружною швидкістю яка дорівнює 4–6 м/с. Для кращого оброблення поверхні після ручної обпиловки деталі зачищають. Тонке ручне зачищання загартованих виробів виконують дрібнозернистими абразивними брусками, які змащуються мінеральним мастилом чи гасом.

Шабрування являє собою процес оброблення поверхні деталей шляхом зняття тонкого шару металу (близько 0,005 мм) ріжучим інструментом, що називається шабером. Шабруванням остаточно обробляють поверхні (з наданням їм відповідної форми і розмірів), що були оброблені різцем, фрезою чи напилком. Операцію шабрування здійснюють ручним механізованим способом. Вона частіше застосовується при обробці площин розмірів, напрямних станин і вкладишів підшипників ковзання.

Пришабрені поверхні перевіряють на фарбу за допомогою контрольних плит чи призм, що виготовляються, зазвичай, із дрібнозернистого чавуну. При шабруванні бабітових вкладишів підшипників перевірка готовності оброблення здійснюється по плямам металевого контакту деталей спряження. Якщо ж використовуються плити, то їх покривають тонким шаром фарби (для підшипників перевіряється шийка вала). Для визначення нерівностей деталь кладуть на плиту і з невеликим натиском перекочують її в різних напрямках

по плиті. При контролі великих деталей, навпаки, деталь нерухома, в плиту перекочують по ній. Місця, що виступають на поверхні деталі, фарбуються фарбою, яку потім знімають разом з тонким шаром металу. Потім пришабрену поверхню знову перевіряють на фарбу. При цьому чим точніше виконане шабрування, тим більша кількість точок припадає на одиницю поверхні і тим менших розмірів будуть точки та більш рівномірно вони будуть розподілені на поверхні.

Шабрування вважається закінченим, якщо на довільно вибраній ділянці з розміром 25×25 мм пришабреної поверхні число плям буде не менше:

- для щільного з'єднання 3–6;
- для напрямних станин 6–12;
- для вкладишів підшипників 10–20.

Число плям підраховують у 3–4 місцях поверхні, що піддається шабруванню, за допомогою шаблонів із листової прозорої пластмаси, на яку нанесена сітка з розмірами 25×25 мм.

При шабруванні сталевих, бронзових і бабітових поверхонь застосовують змащення поверхні оброблення мильною емульсією чи гасом, а чавунні поверхні шабрують без змащення.

Точність пригінки при шабруванні досягає 0,005–0,01 мм. Припуск на шабрування площин допускається у межах 0,4 мм, а на шабрування вкладишів підшипників — 0,3 мм.

Притирання здійснюється у випадках, коли виникає необхідність забезпечити високу герметичність сполучень (щільність і непроникливість), за допомогою дрібнозернистих абразивних матеріалів (наждакових і корундових порошків, товченого скла, паст ГОИ і алмазної пудри, що змішані з машинним мастилом, гасом чи скипидаром). Абразивні порошки маркірують за крупністю зерен в залежності від часу у хвилинах, на протязі якого вони осідають у рідкому середовищі. Розпізнають наступні порошки: крупні (5–10 хв.); середні (20–30 хв.); тонкі (60–120 хв.); дуже тонкі (200–300 хв.). Крім того, тонкі порошки розпізнають за величиною зерен у мікрометрах. Найбільшого поширення набули пасти ГОИ і вони виготовляються трьох сортів: грубі (17–35 мкм); середні (8–16 мкм) і тонкі (1–7 мкм). Груба паста слугує для видалення слідів механічного оброблення чи обпиловки, середня — для точного доведення і тонка — для лекальних робіт і отримання дзеркальної поверхні. Застосовують притирання суміжних між собою деталей чи замінюють одну із деталей притиром.

Зазвичай притири виготовляються із більш м'яких матеріалів, ніж деталь, що підлягає притиранню. Для притирання плоских деталей застосовують чавунні, сталеві чи скляні притири. За формою притири бувають плоскими, циліндричними, конічними і спеціальними.

Виконують притирання, зазвичай, за дві операції: попередню і остаточну. Припуск для притирання приймають 0,01–0,02 мм, точність притирання складає 0,001 мм.

Полірування застосовується для підвищення класу чистоти поверхонь деталей і усунення на них слідів попереднього оброблення (точіння, шліфування). Розрізняють два види полірування: попереднє, яке застосовується для механічного усунення нерівностей поверхні, і остаточне, що надає поверхні дзеркального блиску. Полірування здійснюється за допомогою матер'яних чи фетрових кругів, що обертаються зі швидкістю 25–35 м/с, а також вручну: площин за допомогою плит, а шийок валків за допомогою чавунних чи дерев'яних жимок, в які закладають шкіру або замшу. Під полірування залишають припуск біля 0,01 мм.

Зенкування застосовується для зняття фасок і створення поглиблень на кінцях отворів під потайні голівки гвинтів, болтів і заклепок і здійснюється за допомогою конічних чи циліндричних зенківок.

Зенкерування застосовується для чистового оброблення циліндричних чи конічних отворів за допомогою зенкерів.

Свердління є найпоширенішим способом отримання отворів. Цю операцію, зазвичай, виконують на свердлильних верстатах, що установлені на дільниці складання машини, а безпосередньо на місці монтажу для свердління отворів застосовують ручні дрилі, електричні і пневматичні свердлильні машини.

Розвертання застосовується для чистової обробки отворів, яке виконується вручну за допомогою розверток, а також на свердлильних чи токарних верстатах.

Правлення може бути машинним при застосуванні правильних валків, пресів і інших подібних пристосувань і ручним із використанням слюсарних молотків на сталевій чи чавунній плиті або кувадлі.

Гнуття є основним процесом при монтажі гідро- і пневмосистем. Гнуття труб у залежності від матеріалу, радіуса вигину і діаметра труби виконують з наповнювачем чи без нього. Наповнювач запобігає виникненню складок на трубах у місцях вигину. в якості наповнювачів використовують добре висушений дрібнозернистий пісок чи

каніфоль, яку заливають у трубу в розплавленому стані. Застосовується холодне і гаряче гнуття труб. При гнутті сталевих труб у гарячому стані трубу нагрівають до 800–900°C, що відповідає вишнево-червоному кольору труби. Холодному гнуттю піддають труби діаметром до 10 мм. Труби діаметром від 10 до 30 мм можна гнути як в холодному, так і в гарячому стані, а труби понад 30 мм — тільки в гарячому.

В таблиці 3.1 наведені значення точності розмірів і шорсткості поверхонь, що відповідають різним видам оброблення:

Таблиця 3.1 *Відповідність точності розмірів і шорсткості поверхонь видам оброблення*

Вид оброблення	Квалітет	Ra, мкм
Притирання	6…8	0,4…3,2
Притирання тонке	5	0,1…1,6
Розвертання	7…10	1,6…12,5
Розвертання тонке	6,7	0,8
Різьбонарізання	6…8	3,2…12,5
Свердління	12…14	6,3…25
Свердління по контуру	10…11	6,3…25
Шабрування грубе	11	1,6…6,3
Шабрування тонке	8,9	0,1…0,8
Шліфування напівчистове	8…11	3,2…6,3
Шліфування чистове	6…8	0,8…1,6
Шліфування тонке	4…7	0,2…0,4

2. ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ СЛЮСАРНО-ПРИГІННИХ РОБІТ

2.1 Ручний інструмент

В процесі виконання слюсарно-пригінних робіт застосовується велика кількість видів і типорозмірів ручних інструментів, проте вони можуть бути розподілені за типом і призначенням на наступні групи: інструменти для кріплення різьбових з’єднань; інструменти ударної дії; різальні і нарізні інструменти; шарнірно-губочні інструменти; інструменти для вимірювання, розмічання і перевірки.

ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КРІПЛЕННЯ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ

До цих інструментів відносяться ключі і викрутки. Ключі бувають двосторонніми з відкритим зівом (розмір зіва, мм 4×5 (5×5,5); 5,5×7 (7×8); 8×10 (10×12); 12×13 (12×14); 13×14 (14×17); 17×19 (19×22); 22×24 (24×27); 27×30 (30×32); 32×36 (36×41); 41×46 (46×50); 50×55 (55×60); 65×70 (75×80)), одностороннім з відкритим зівом (розмір зіва, мм: 3,2; 4,5; 5,5; 7; 8; 10; 12; 13; 14; 17; 19; 22; 24; 27; 30; 32; 36; 41; 46; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80), кільцевими двосторонніми колінчастими (розмір зіва, мм: 5,5×7 (7×8); 8×10 (10×12); 12×13 (12×14); 13×14 (14×17); 17×19 (19×22); 22×24 (24×27); 27×30 (30×32); 32×36 (36×41); 41×46 (46×50); 50×55) комбінованими (з відкритим і закритими зівами, прямі і з відігнутою кільцевою голівкою, розмір зіва, мм: 5,5; 7; 8; 10; 12; 13; 14; 17; 19; 22; 24; 27; 30; 32; 36; 41; 46; 46; 50; 55).

Крім звичайних ключів, що перераховані вище, існують і спеціальні, а саме — ключі для круглих гайок, монтажні ключі і монтажні ключі з регулюванням крутного моменту.

Ключі круглих гайок поділяються на шлицеві (під зовнішній діаметр гайок, мм: 12, 14–16; 22–24; 26–28; 30–34; 38–42; 45–52; 55–60; 63–70; 75–85; 90–95; 100–110; 115–120; 125–130; 135–140; 150–160; 165–170; 175–190; 200–210; 220–230; 240–250) і шарнірні (під зовнішній діаметр гайок, мм: 22–60; 65–110; 115–220).

Монтажні ключі поділяються на коликові, гайкові комбіновані і гайкові глухі (двосторонні вигнуті) і трубні важільні. Коликові ключі застосовуються при монтажі і ремонті трубопроводів і металоконструкцій (розмір зіва, мм: 17; 19; 22; 27; 30; 32; 36) , гайкові комбіновані — при складанні різьбових з'єднань на монтажних майданчиках, накидна голівка яких допускає кут можливого повороту ключа 15° (розміри зіва, мм: 8×8; 10×10; 12×12; 14×14; 17×17; 19×19; 22×22; 24×24; 27×27; 30×30), гайкові глухі — при виконанні слюсарно-складальних робіт (розміри зіва, мм: 27×17; 27×22; 32×27). Гайкові трубні ключі (КТР, КТУ) випускають для діаметрів труб 1/4-1 і 1/2-1 ½ дюйма.

Ключі монтажні з регулюванням крутного моменту поділяються на мультиплікатори, динамометричні і граничні тріскачкові. Технічні характеристики цих ключів наведені у табл. 3.2.

Для обслуговування гвинтових різьблень, які мають голівки з лінійним чи хрестоподібним прорізом використовуються викрутки різних розмірів і з різними матеріалами ручок (дерево, пластмаси).

Ширина робочої частини відверток складає від 0,7 до 23 мм, довжина — від 100 до 400 мм.

Таблиця 3.2

Основні характеристики монтажних ключів з регулюванням крутного моменту

Тип ключа	Призначення	Допустимий крутний момент на вхідному валу, Н·м	Крутний момент на вихідному валу, Н·м	Діаметр різьбових з'єднань	Довжина×ширина×висота, мм
Мультиплікатори	Затягування з'єднань з більшим крутним моментом, ніж зусилля, що прикладається				
КМ-70		54	700	М27-М36	300×88×130
КМ-100		137	1300	М30-М42	500×104×130
КМ-250		55	2500	М56-М100	403×178×258
Динамометричний	Затягування високотривких болтів з певним крутним моментом.				
КРМ-60		–	600	М18-М24	940×102×66
КРМ-120		–	1200	М18-М24	1580×102×66
Граничний тріскачковий	При затрудненому доступі до з'єднання	–	180	М10-М18	502×38×85
Ключі мультиплікатори можуть використовуватись у комбінації з гайковертами, тріскачковими, звичайними і динамометричними ключами					

ІНСТРУМЕНТИ УДАРНОЇ ДІЇ

До цієї групи інструментів відносять молотки слюсарні, бородки слюсарні, зубила і крейцмейселі.

Молотки виконуються з круглим і квадратним бойком (з круглим бойком на масу 200, 400, 500, 600, 800, 1000 г, з квадратним — на масу 50, 100, 200, 400, 500, 600, 800, 1000 г).

Бородки слюсарні виготовляються з наступними діаметрами робочої частини і відповідно довжиною, мм: 1×100; 2×100; 3,2×125; 4×100; 6,3×100; 8×200.

Зубила слюсарні виготовляються з кутом заточування 35, 45, 60 і 70°. Ширина різальної частини і довжина зубил складає, мм: 5×100; 10×125; 16×160; 20×200; 25×200.

Крейцмейселі відрізняються від зубил шириною різальної частини і кутом заточування. Виготовляються крейцмейселі з наступними розмірами ширини різальної частини і довжини, мм: 2×150; 5×150; 8×175; 10×175; 12×200; 15×200. Кут заточування крейцмейселів 50…60°.

ІНСТРУМЕНТИ РІЗАЛЬНІ

До цієї групи інструментів відносяться клупи, гайкорізи, плашки, шабери, напилки, свердла, розвертки.

Клуппи поділяються на косі і трубні. Косі клуппи виготовляються за шістьома номерами (№1…6). На рис. 3.1 показано металорізальний комплект в який входять сам клупп, набір гайкорізів і розсувних плашок. За допомогою цих клуппів, як правило, нарізається як внутрішня, так і зовнішня різьба.

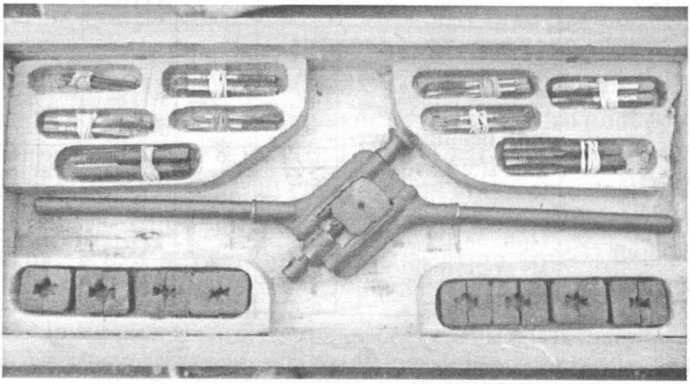
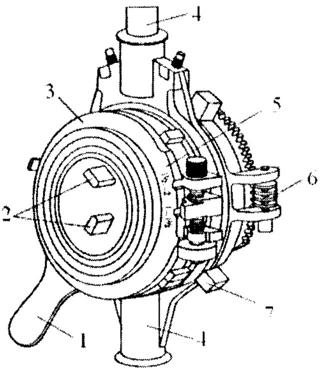


Рисунок 3.1 *Металорізальний комплект із косим клупом №2*

Взагалі ж нарізання різьб здійснюється не безпосередньо клупом, а гайкорізом чи плашкою, які закріплюються у клуппі.

Трубні клуппи застосовуються переважно при нарізанні зовнішніх різьб на трубах. Він також слугує для закріплення розсувних плашок. За конструкцією він значно складніше, ніж косий, оскільки установлення плашок фіксується за шкалою і містить більшу кількість складових (рис. 3.2).



1 — рукоятка; 2 — розсувні плашки; 3 — корпус; 4 — рукоятка переміщення плашки; 5 — шкала; 6 — черв'як; 7 — планшайба

Рисунок 3.2
Трубний клуп

Гайкорізи поділяються на ручні для метричної різьби з крупним і дрібним кроком, гайкові для метричної різьби з крупним кроком, гайкові короткі для дюймової різьби, гайкові довгі для метричної різьби з дрібним кроком і гайкорізи для трубної конічної різьби.

Гайкорізи перші застосовуються для нарізання різьби в конструкційних сталях середньої твердості (160–190 НВ) в крізних, глухих отворах вручну, на свердлильних і різьбонарізних верстатах. Діаметр різьби з крупним кроком — від 2 до 52 мм, крок різьби — 0,4…5 мм. Діаметр різьби з дрібним кроком — від 3 до 52 мм, крок різьби — 0,35…3 мм.

Гайкорізи другі застосовуються для нарізання гайок вручну, на токарних, свердлильних і різьбонарізних верстатах. Діаметр різьби — 3…52 мм, крок — 0,5…5 мм (крупний) і 0,35…4 мм (дрібний).

Гайкорізи короткі для дюймової різьби розраховані на діаметр від ¼ дюйма до 1,25 дюйма при 20-7 нитках на дюйм.

Гайкорізи довгі для метричної різьби з дрібним кроком розраховані на діаметр від 6 до 52 мм, крок різьби — 0,5…2 мм.Гайкорізи для конічної різьби розраховані на розміри від 1/16″ до 2 ″ при 27-11 нитках на дюйм.

Плашки круглі поділяються на плашки для нарізання метричної різьби з мілким і крупним кроком, для дюймової різьби, для труб-

ної і трубної конічної різьби. Плашки для метричної різьби з мілким кроком розраховані на діаметри 6–52 мм і крок 0,5–2 мм, а з крупним — на діаметри 2–52 мм і крок 0,4-5мм.Плашки для дюймової різьби розраховані на діаметри 1/4″–2″ з 20–4,5 нитками на дюйм. Плашки для трубної різьби розраховані на діаметр 1/8″–1 ½″ з 28-11 нитками на дюйм, а для трубної конічної — на діаметри 1/6″–2″ з 27-11 нитками на дюйм. Всі ці плашки призначені для нарізання різьб у конструкційних сталях твердістю 160–190 НВ. Нарізання може здійснюватись вручну і на верстатах у плаваючих плашкотримачах.

Розвертки поділяють на ручні циліндричні (для обробки отворів у сталі середньої твердості) з номінальним діаметром 1–71 мм і стороною квадрата 2–71 мм, конічні з конусностю 1:50 (для обробки отворів під конічні штифти) з номінальним діаметром 0,6–60 мм і стороною квадрата 3,53–63, конічні з конусностю 1:30 (для обробки конічних отворів у насадковому інструменті) з номінальним діаметром 13–60 мм.

Шабери поділяють на плоскі, прямі (ширина леза 20 мм), плоскі з твердосплавними пластинками (ширина леза 12 мм) і тригранні. При необхідності шабери можуть виготовлятись із напилків.

Напилки поділяються на плоскі (№ насічки 0–5), плоскі гостроносі (№ насічки 0–5), квадратні (№ насічки 0–5), тригранні (№ насічки 0–5), круглі (№ насічки 0–5), напівкруглі (№ насічки 1–5), ромбічні (№ насічки 1–5). Виготовляються і напилки для кольорових металів. Робоча довжина напилків стандартизована і складає 100, 125, 150, 200, 250, 315, 400 мм.

ШАРНІРНО-ГУБОЧНІ ІНСТРУМЕНТИ

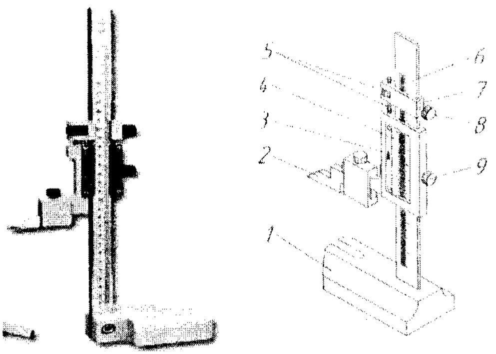
До цієї групи відносяться плоскогубці, пласкогубці комбіновані, пласкогубці з подовженими губками, круглогубці, гострогубці, посатижі комбіновані, ножиці для різання металу.

ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ РОЗМІЧАННЯ і ВИМІРІВ

До цієї групи інструментів відносяться креслярки, кернери, циркулі розмічувальні, штангенрейсмаси, виски, рулетки, лінійки, метри складні, штангенциркулі, кутики (плоскі і з буртиками), кутові міри, кутоміри, нутроміри, глибиноміри, штангенглибиноміри, індикатори, щупи, рівні (будівельні, рамні, гідростатичні і інш.), різьбоіри, шаблони і інш.Тобто, це група містить велику кількість інстру-

ментів, які неможливо тут розглянути. Тому зупинимось на розгляді лише окремих інструментів.

Серед інструментів для розмічування широкого поширення набули *штангенрейсмуси*, без яких практично неможливо виконати просторове розмічування. Принципова схема і загальний вигляд штангенрейсмусу показані на рис.3.3, а технічна характеристика подана у табл.3.3.



1 — основа; 2 — розмічувальна ніжка; 3 — рамка; 4 — ноніус; 5 — гвинт і гайка мікрометричної подачі; 6 — штанга; 7 — рамка мікрометричної подачі; 8 — затиск рамки мікрометричної подачі; 9 — затиск рамки

Рисунок 3.3
Принципова схема і загальний вигляд штангенрейсмусу

Слід зазначити, що просторове розмічування пов'язане із значними труднощами, оскільки дуже складно ув'язувати розмічування поверхонь, що пребувають у різних площинах і під різним кутами.

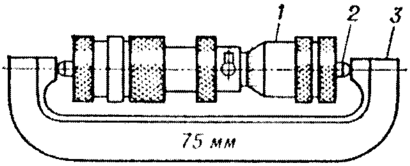
Таблиця 3.3 *Технічна характеристика штангенрейсмусів*

Параметри	Числові значення				
1.Межі розмічування, мм	0–200	30–300	40–500	60–800	60–1000
2.Величина відліку за ноніусом, мм	0,02; 0,05	0,02; 0,05; 0,1	0,02; 0,05; 0,1	0,1	0,1
3.Похибка вимірювань, мк	20;50	30; 50; 100	40; 50; 100	100	100

ХАРАКТЕРИСТИКИ ШТАНГЕНРЕЙСМАСІВ

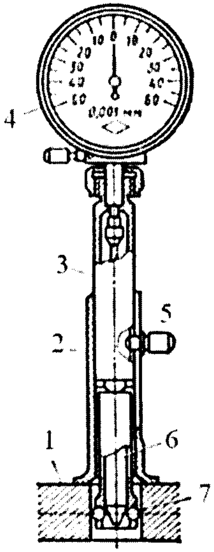
Для вимірювання розмірів деталей особливе місце займають нутроміри і глибиноміри.

Нутроміри поділяються на нормальні, пружинні, мікрометричні і індикаторні нутроміри на рис. 3.4 і 3.5 відповідно показані мікрометричний та індикаторний нутроміри. Характеристики нутромірів подано в табл. 3.4.



1 — мікрометрична голівка;
2 — вимірювальний наконечник;
3 — установочна скоба.

Рисунок 3.4
Мікрометричний нутромір



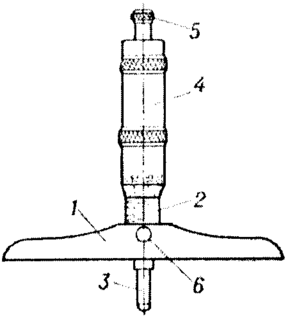
1 — деталь; 2 — упор; 3 — вимірювальна вставка; 4 — відліковий пристрій; 5 — закріпний гвинт; 6 — голка; 7 — вимірювальна кулька

Рисунок 3.5
Індикаторний нутромір

Таблиця 3.4
Характеристики нутромірів

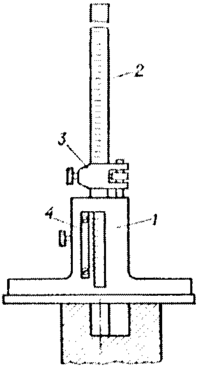
Тип	Межі вимірбвання, мм	Точність вимірювань, мм	Призначення
Нормальний	120, 160, 240	0,25–0,5	Вимірювання внутрішніх розмірів деталей
Пружинний	80, 100, 120, 140, 160	0,25–0,5	Те ж саме
Мікрометричний	75–150, 75–575, 150–1200, 150–4000	0,008–0,025	Точне вимірювання внутрішніх розмірів деталей
Індикаторний	6–10, 10–18, 18–35, 35–50, 50–100, 100–160, 160–250, 250–450, 450–700, 700–1000	0,012–0,02	Те ж саме

Глибиноміри застосовуються для точних вимірювань глухих отворів і пазів і поділяються на глибиноміри мікрометричні (рис. 3.6) (межі вимірювання — 25, 25–50, 50–75, 75–100 мм. точність вимірювання ±0,005 мм) і штангенглибиноміри (рис. 3.7) (межі вимірювання — 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500 мм, точність вимірювання 0,02–0,15 мм.)Просторове зображення штангенглибіноміра показано на рис. 5.4б (розділ 5).



1 — основа; 2 — стебло; 3 — вимірювальний стрижень; 4 — барабан; 5 — тріскачка; 6 — стопор.

Рисунок 3.6
Глибиномір мікрометричний



1 — рамка з основою; 2 — штанга; 3 — мікрометричний механізм; 4 — ноніус

Рисунок 3.7
Штангенглибиномір

Індикатори застосовують для перевірення взаємного розташування деталей і їх геометричної форми і поділяються на індикатори часового типу (рис. 3.8) (ціна поділу — 0,01 мм, граничні відхилення — 10–20 мк.) і важільно-зубчастого типу (рис. 3.9) (граничні відхилення — 10 мк). Індикатори часового типу з діапазоном вимірювань 0–2 мм виготовляють за двома виконаннями: і з переміщенням вимірювального стрижня паралельно шкалі (ИЧ) і з переміщенням стрижня перпендикулярно шкалі (ИТ).

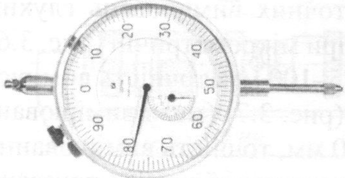


Рисунок 3.8
Індикатор часового типу ИЧ-50

Індикатори важільно — зубчасті також виготовляють за двома виконаннями: бокові зі шкалами, паралельними осі вимірювального важеля в середньому положенні (ИРБ), і торцеві зі шкалами перпендикулярними до осі вимірювального важеля в середньому положенні і площині його повороту (ИРТ).

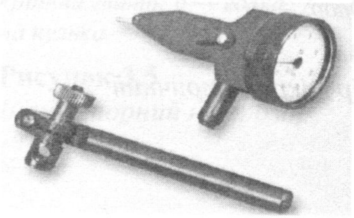


Рисунок 3.9
Індикатор важільно-зубчастої ИРТ

2.2. Механізований інструмент

За призначенням механізований інструмент поділяється на наступні групи:

- інструмент для свердлення отворів;
- інструмент для нарізання різьб;
- інструмент для складання нарізних з'єднань;
- інструмент для різання металу;
- інструмент для шліфування;
- інструмент для відбійних, бурових і ущільнювальних робіт;
- інструмент для клепальних робіт;
- інші інструменти.

За типом привода механізований інструмент поділяється на електро — і пневмоінструмент.

ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ СВЕРДЛЕННЯ ОТВОРІВ

При монтажних роботах виникає необхідність в створенні отворів у будівельних конструкціях із цегли, бетону і частіше свердлення по металу.

Важливою умовою застосування ручного електрифікованого інструмента є забезпечення електробезпеки, оскільки роботи виконуються зазвичай у середовищі з великою кількістю металевих мас, у недобудованих спорудах під відкритим небом і т. інше, тобто в умовах підвищеної небезпеки ураження електричним струмом. Тому застосовують електричні ручні машини або на 36 В, або на 220 в з подвійною ізоляцією. Відомо, що зниження напруги до 36 в призводить до різкого збільшення маси електромашини. Щоб запобігти цьому підвищують частоту перемінного струму до 200 Гц. в зв'язку з цим для ручних машин не тільки знижують напругу, але підвищують частоту до 200 Гц.

При монтажних роботах широко використовують електричні свердлильні машини російського виробництва, технічні характеристики яких подано в табл. 3.5. Вони поділяються на одно — і двошвидкісні, реверсивні, ударно — обертальні і виконані з електроприводом, що має колекторний однофазний електродвигун. У порівнянні з асинхронним такий двигун при малих розмірах і масі має високу частоту обертання, м'які механічні характеристики, високий пусковий момент. Крім того сфера застосування у нестаціонарних умовах будівництва і монтажу ручних машин з таким електроприводом значно ширше, оскільки їх можна підключати до мережі однофазного струму.

Зовнішній вигляд електричної свердлильної машини ИЭ-1305 показано на рис. 3.10.



Рисунок 3.10
Електрична свердлильна машина ИЭ-1305

Поряд з цими машинами широкого застосування набувають зарубіжні конструкції провідних світових фірм. До них можна віднести універсальні електродрилі UD16 і UD30 HiLTi, звичайні дрилі Makita 6413 і чотиришвидкісні Makita 6300-4, безударні дрилі Hitachi D10VG та інш.

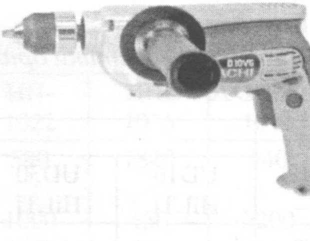
Електродрилі UD16 і UD30 HiLTi застосовуються при свердленні отворів у сталі, свердлення дерева спіралевими і перовини свердлами і ріжучими коронками, загвинчуванні шурупів (гвинтів), нарізанні різьб. Вони оснащуються швидкозатискними патронами, мають дві швидкості з плавним регулюванням, бокову ручку з регулятором глибини свердлення. Обидві дрилі реверсивні. Зовнішній вигляд дрилі UD30 HiLTi показано на рис. 3.11, а технічна характеристика подана в табл. 3.5

Таблиця 3.5 *Технічні характеристики ручних електричних свердлильних машин*

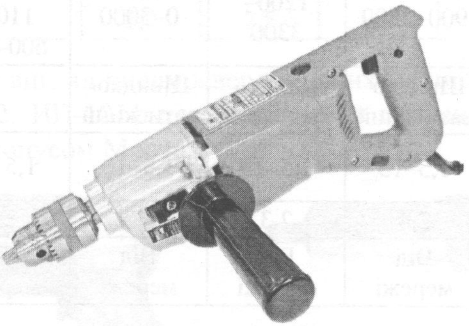
Показник	Моделі							
	Одношвидкісні				Двошвидкісні		Реверсивні	Ударно-обертальна
	ИЭ-1038Э	ИЭ-1036Э	ИЭ-1035Э	ИЭ-1039Э	ИЭ-1202А	ИЭ-1208Э	ИЭ-1305	ИЭ-1505Э
Діаметр свердлення, мм	6	9	13	13	10	10	23	10
Частота обертання шпинделя , об/хв.	0-2900	0-840	0-600	0-600	940 / 2000	960 / 2100	300	900
Потужність електродвигуна, кВт	0,3	0,3	0,42	0,42	0,42	0,42	0,6	0,32
Габаритні розміри, мм.	241×69×169	254×69×169	385×208××135	270×70××180	275×70××157	255×64××172	337×90×412	295×70×170



а)HILTi UD30



б)Hitachi D10VG



в) Makita 6300-4

Рисунок 3.11
Зарубіжні моделі дрилів HILTI UD30(а), Hitachi(б), Makita6300-4(в)

Безударний дриль Hitachi D10VG (рис. 3.11.б)оснащений швидко затискним патроном 0,8–10 мм. Конструкція забезпечує плавне регулювання швидкості обертання патрона, а регулювання здійснюється за допомогою куркового вимикача і спеціального дискового регулятора-перемикача. Для захисту шестерень редуктора передбачено металеву захисну кришку з добрими тепло відвідними характеристиками. Для більш надійного захвату рукоятки дрилю має спеціальне покриття. Дриль живиться від електричної мережі. Технічні характеристики дриля наведені в табл. 3.6.

Чотиришвидкісний дриль Makita 6300-4 (рис.3.11.6) має двоступінчасте перемикання швидкостей і електронне регулювання швидкості обертання. Відноситься він до універсальних інструментів, оскільки, як відмічено в інструкції, може застосовуватись для свердлення, зенкерування, розмішування і змішування будівельних сумішей. Конструкцією передбачено 2 рукоятки і основна D — подібна і бокова. Технічні характеристики наведено у табл. 3.6

Таблиця 3.6

Технічні характеристики дрилів UD16; UD30HiLTi; Makita6413, 6300-4; Hitachi D10VG

Параметри	Моделі				
	UD16 HiLTi	UD30 HiLTi	Makita 6413	Makita 6300-4	Hitachi D10VG
Споживана потужність, Вт	710	650	450	650	720
Швидкість холостого ходу, $хв^{-1}$	900–2500	1200–3300	0–3000	500–1100 / 600–300	0–1200
Тип патрона	Швидко-затискний	Швидко-затискний	Швидко-затискний		Швидко-затискний
Діапазон затиску, мм.	1,5–13	1,5–13	1,5–10	1,5–13	1,5–10
Маса, кг	2,4	2,3	1,3	2,9	1,9
Джерело живлення	Від мережі	Від мережі	Від мережі	Від мережі	Від мережі

Поряд з електричними свердлильними машинами, широко використовуються пневмосвердлильні машини, які споживають енергію стисненого повітря. При наявності стисненого повітря з необхідним тиском (0,5–0,65 МПа) (магістральна мережа трубопроводів стисненого повітря чи пересувний компресор) використання пневматичного ручного інструмента має певні переваги по відношенню до електрифікованого. Основними із них є простота обслуговування, мала маса при одній і тій же потужності, безпечність роботи (відсутня можливість

ураження електричним струмом), більш широка можливість регулювання обертального моменту і швидкості, відсутність небезпеки перевантаження. Останнє вкрай важливе під час заклинювання свердла.

Для пневматичних свердлильних машин застосовуються двигуни ротаційного типа, в яких ротор обертається під дією стисненого повітря на посаджені на нього лопаті. Пневматичні двигуни бувають реверсивними і нереверсивними.

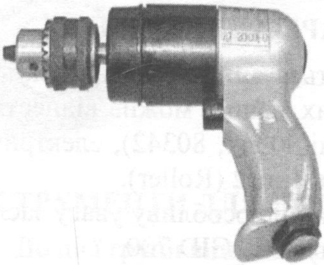
Росія виготовляє широку модифікацію пневмосвердлильних машин серії ИП і МП. Технічні характеристики окремих машин серії ИП наведено у табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Технічні характеристики пневмосвердлильних машин серії ИП

Параметри	ИП-1020	ИП-1022	ИП-1016	ИП-1011	ИП-1012А
Потужність двигуна, Вт	440	590	1840	340	1000
Швидкість холостого ходу, $хв^{-1}$	1000	1000	450	3200	500
Робочий тиск, МПа	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Найбільший діаметр свердлення, мм	12	14	32	9	23
Маса, кг	1,9	2,5	8,4	1,1	8

Зовнішній вигляд пневмосвердлильних машин ИП-1011 і ИП-1022 на рис.3.12. ИП-1011 поставляється з кулачковим патроном, а ИП-1022 — з конусом Морзе.



а



б

Рисунок 3.12

Пневмосвердлильні машини ИП-1011 (а) і ИП-1022 (б)

Поряд із звичайними прямими пневмосвердлильними машинами, при монтажних роботах використовуються і кутові машини російського виробництва серій ИП, МС, УСМ, хоча їх розробка передбачалась для застосування у суднобудуванні. Деякі із цих машин розраховані навіть на виконання отворів діаметром 50 мм (МС-50, УСМ-50). Маса цих машин складає понад 10 кг.

Більш широко використовуються і кутові машини облегшеного типу, що отримали назву дрилів. Представниками цієї групи можуть слугувати кутові пневмодрилі ИП-1104 і УСМ 23-10-12000 (рис. 3.13). Маса ИП-1104 складає 1,2 кг, а УСМ 23-10-0,9 кг, і відповідно потужність 0,34 кВт і 0,294 кВт. Максимальний діаметр свердла обох — 10 мм.

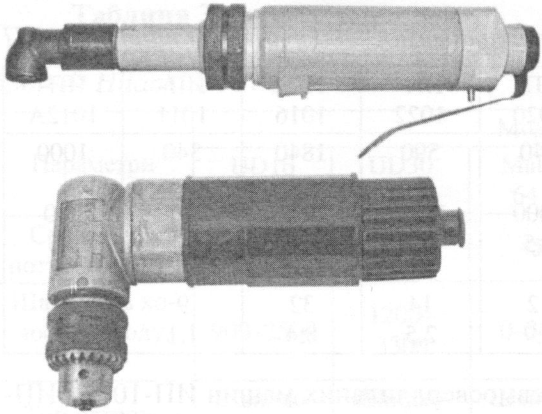


Рисунок 3.13
Пневматичні кутові дрилі ИП-1104 (а) і УСМ 23-10-1200 (б)

ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ НАРІЗАННЯ РІЗЬБ

Для нарізання різьб застосовуються як електричні, так і пневматичні машини. До найбільш відомих машин можна віднести наступні: ИЭ-3401; ИП-3405; FIT (моделі 80344, 80342); електричний клупп RIDGID 700; електричний клупп Кінг 2 (Roller).

Серед перерахованих вище машин на особливу увагу заслуговують електричні клуппи Кінг 2 (Roller) і RIDGID 700.

Клупп Кінг 2 (рис. 3.14) комплектується швидкозмінними різьбонарізними голівками від 1/2″ до 2″ для конічної різьби і призначаються для нарізання трубної і метричної право — і лівосторонньої різьби. Потужність двигуна складає 1200 Вт із живленням від електромережі (230 В, 50–60 Гц). Маса привода клуппа — 5,7 кг. Комплектується клупп опорним бугелем для обох напрямів обертання без використання лещат. Передбачена також комплектація голівками Рола Автомат.

Електроклупп PIDGID 700 (рис. 3.15) постачають у металевому кейсі разом із струбцинкою — фіксатором і різьбонарізними голівками нового типу 12 — R від 1/2″ до 2″. За допомогою голівки моделі 141 нарізають різьби від 2 1/2″ до 6″ (62 — 150 мм). Через спеціальні перехідники можливе використання інших моделей різьбонарізних голівок РИДЖИД (00 — R, 00 — RB, 11 — R).

Потужність двигуна — 1020 Вт, живлення від електромережі (230 В, 60 Гц). Корпус клуппа з литого алюмінію. Вага клуппа — 14 кг.

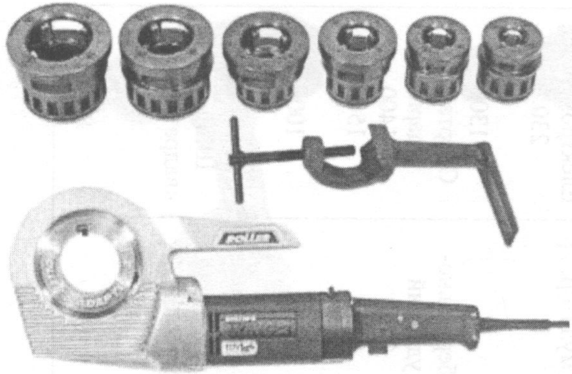


Рисунок 3.14
Клупп King 2 (Roller)

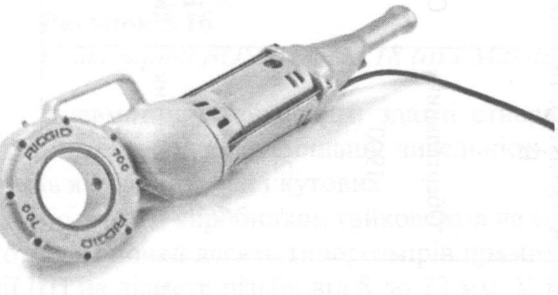


Рисунок 3.15
Клупп RIDGID 700

ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ СКЛАДАННЯ НАРІЗНИХ З'ЄДНАНЬ

До цієї групи відносяться гайковерти, які в залежності від типу привода поділяються на електричні і пневматичні, а за конструкцією — на прямі і кутові.

Серед електричних гайковертів загального використання отримали гайковерти SIW 144 — A Li — lon, BOSCH GDS 24, BOSCH 18 V — LIHT, De WALT DC827 KL, Makita TB1000. Технічні характеристики цих гайковертів наведено в табл. 3.8.

Більш зручними у використанні є гайковерти, що живляться від акумуляторів. Проте вони в порівнянні з гайковертами, що живляться від електричної мережі, створюють значно менший крутний момент. Тому їх можливості обмежуються загвинчуванням гвинтів у межах M10 — M12. Серед них дещо більший крутний момент створює гайковерт BOSCH GDS 18 (рис. 3.16, а). Місткість акумулятора складає 3Ah, а час його зарядження — 30 хв.

Серед гайковертів, що живляться від електричної мережі, значним крутнім моментом володіє гайковерт Makita TV 1000 (рис. 3.16, б).

Таблиця 3.8

Технічні характеристики електричних гайковертів

Параметри	Моделі				
	SIW 144-A Li-lon	Bosch GDS 24	Bosch GDS 18 V-Li HT	De Walt DC 827 KL	Makita TV 1000
Джерело живлення	Акумулятор, 14,4 В	Електромережа, 230 В	Акумулятор, 18 В	Акумулятор, 18 В	Електромережа, 230 В
Споживана потужність, Вт	–	800	–	–	1300
Тип роботи:	Обертально-ударний	Обертальний	Обертальний	Обертально-ударний	Обертально-ударний
число обертів, $хв^{-1}$	2100/2700	950	1900	2400	1400
число ударів, $хв^{-1}$	3400	–	–	2700	1500
Максимальний критичний момент, Н· м	116/155	600	200	150	1000
Максимальний діаметр гвинтів, мм	M12	M24	M6 — M14	M12	M24 — M30
Тип патрона	Квадратний хвостовик із стопорним кільцем 1/2"	Внутрішній шестигранник 1/2"	Внутрішній шестигранник 1/4"	Квадратний хвостовик 1/2"	Шпиндель квадратний 3/4"
Маса	1,6	5,7	3	1,7	8,4



а



б

Рисунок 3.16
Гайковерти BOSCH GDS 18 (а) і Makita TV 1000 (б)

Пневматичні гайковерти здатні створювати значно більший крутний момент і мають більшу чисельність конструктивних використань як прямих, так і кутових.

Головним виробником гайковертів на теренах СНД є Росія, яка виготовляє понад десять типорозмірів прямих і кутових гайковертів серії ИП на діаметр різьби від 8 до 72 мм. У таблиці 3.9 подано технічні характеристики лише окремих зразків, а на рис. 3.17 (а) показано їх зовнішній вигляд.

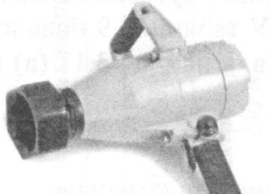
Таблиця 3.9
Технічні характеристики пневматичних гайковертів

Параметри	Моделі						
	Прямі			Кутові			
	ИП-3106	ИП-3115	ИП-3172	Jai-6225	Metabo	ИП-3205	ИП-3207
Принцип роботи	Оберт.	Оберт. ударн.	Оберт. ударн.	Оберт.	Оберт. удар.	Оберт.	Оберт.
Робочий тиск, МПа	0,63	0,63	0,5	0,63	0,63	0,63	0,63
Витрати повітря, л/хв	1100	1400	750	410	600	1000	600
Момент затягнення, Н· м	800–1600	3150	15000	3388	1490	1600	100

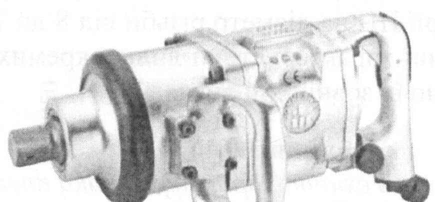
Закінченя таблиці 3.9

Параметри	Моделі						
	Прямі				Кутові		
	ИП-3106	ИП-3115	ИП-3172	Jai-6225	Metabo	ИП-3205	ИП-3207
Принцип роботи	Оберт.	Оберт. ударн.	Оберт. ударн.	Оберт.	Оберт. удар.	Оберт.	Оберт.
Діаметр різьби, мм	26–36	60	72	60	24–32	26–36	6-12
Розміри шпинделя, мм, "	Ø 32	Ø 40	Ø 45	Ø1"	Ø3/4"	Ø 33	Ø 14
Маса, кг	19,6	15,2	30	15,8	5,7	9,7	2,5

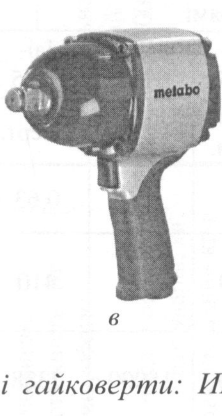
Серед зарубіжних поширення набули конструкції пневматичних гайковертів Jonnesway JAI-6225 (виробник Росія, бренд Китаю) (табл. 3.9, рис 3.17, б) та Metabo 3/4″ SR 3500 (виробник Тайвань, бренд Німеччини) (табл. 3.9, рис. 3.17, в).



а



б



в

Рисунок 3.17

Пневматичні прямі гайковерти: ИП-3115 (а); JAI-6225 (б); Metabo 1/4" SR 3500 (в)

При однакових крутних моментах і розмірах загвинчуваних гвинтів гайковерт JAI-6275, як видно із табл. 3.9, витрачає в 3,4 рази менше повітря, ніж гайковерт ИП-3115. Крім того, гайковерт JAI-6275 більш надійний і зручний при використання на монтажних роботах.

Іноді під час монтажу зручніше користуватись кутовими гайковертами, які мають значно менші висотні розміри, що дозволяє виконувати роботу там, де прямі гайковерти просто не підійдуть через свої розміри. На рис. 3.18 показано загальній вигляд кутового гайковерта російського виробництва, а в табл. 3.9 наведено його технічні характеристики.

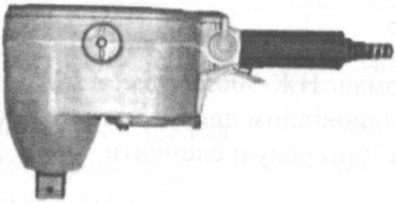


Рисунок 3.18
Кутовий гайковерт ИП-3205

Для загвинчування гвинтів (гайок) невеликих розмирів призначається кутовий гайковерт ИП-3207 (табл.. 3.9). Найбільш контактним і мало вагомим кутовим гайковертом є Авас 5284021, маса якого складає лише 0,6 кг. Момент затягнення 30 Н· м, витрати повітря 85 л/хв. Виробник — Італія.

ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ РІЗАННЯ МЕТАЛУ. НОЖИЦІ

Ножиці поділяються на електричні та пневматичні. Електричні ножиці живляться або від електричної мережі, або — від акумулятора, а пневматичні — від пневматичної мережі цеху, або — від компресора. Технічні характеристики окремих зразків ножиців подано в табл. 3.10.

Таблиця 3.10
Технічні характеристики електричних ножиців

Параметри	Моделі			
	Енергомаш НЖ-9065	Bosch GVA 3,5	Makita BJS 130 RFE	De Walt DW 941
Джерело живлення	Електромережа, 230 В	Елктромережа, 230 В	Акумулятор, 18 В	Акумулятор

Параметри	Моделі			
	Енергомаш НЖ-9065	Bosch GVA 3,5	Makita BJS 130 RFE	De Walt DW 941
Обороти чи номінальне число ходів, $хв^{-1}$	1200	670	2800	2300
Товщина листа, мм сталі алюмінію	 2,5 3,5	 1,6–3,5 4,0	 1,3	 1,2
Маса	2,55	3,5	2,3	2,4

Листові електроножиці Енергомаш НЖ-90650 (рис. 3.19) розраховані на важкий режим роботи з відповідним двигуном потужністю 650 Вт, в яких передбачені легкоз'ємні ріжучі елементи.

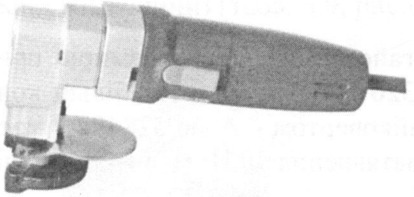


Рисунок 3.19
Електроножиці Енергомаш НЖ — 90650

Ножиці Bosch GNA 3,5 (рис.3.20) призначаються для висічних робіт і оснащені тримачем матриці, який установлюється на товщину листа і забезпечує процес висічення без вібрацій. Матриці можуть мінятись, а пуаксони заточуватись. Забезпечується робота з розмічування.



Рисунок 3.20
Електроножиці Bosch GNA 3,5 м

Ножиці забезпечують мінімальний радіус кривої висічення 60 мм. Для внутрішніх вирізів необхідне попереднє свердлення отворів діаметрів 41 мм. Ширина дорізки — 6 мм.

Ножиці Makita BJS 130 RFE і Dewalt DW 941мають обертальні голівки на 360 град. Перші оснащуються акумулятором місткістю 3.0 а (зарядження 22 хв), друга батарея Nicd місткістю 2,0 а і заряд жальним пристроєм.

Серед пневматичних норець поширення набули ножиці російського виробництва, технічні характеристики яких наведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Технічні характеристики пневматичних ножиців

Параметри	Моделі			
	ИП-5405	ПН-2/JD 2	ИП-5406	ИП-5501
Витрати повітря, л/хв.	500	420	360	1000
Потужність, кВт	600	–	320	660
Товщина різання, мм:				
для сталі	до 2,0	до 2,0	до 1,25	до 2,5
для алюмінію	до 2,5	до 2,5	до 1,75	до 3
Тиск повітря, МПа	0,63	0,5	0,63	0,5
Маса, кг	2,0	1,6	1,2	3,5

Ножиці ПН-2/JD 2 (рис. 3.21) призначаються для різання і розкроювання листового металу різних марок. Товщина для нержавних сталей — 1,2 мм, для низьковуглецевих — 2 мм. Інші ножиці, в тому числі і ИП-5406 (рис. 3.22), призначаються для різання листового прокату.



Рисунок 3.21

Пневматичні ножиці ПН-2/JD 2

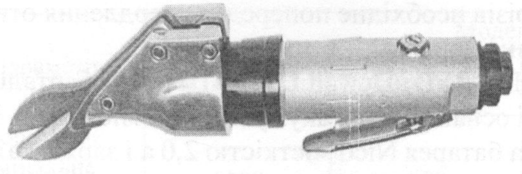


Рисунок 3.22
Пневматичні ножиці ИП-5406

ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ШЛІФУВАННЯ

При монтажних роботах завжди виникає необхідність у зачищенні металевих поверхонь, зварних швів, віддалення іржі, вирівнюванні бетонових покрить та інше. Для цих робіт використовуються шліфуванні машини. За типом привода вони поділяються на електричні і пневматичні, а за конструкцією — на прямі (радіальні) і кутові, з робочим диском чи шліфувальними поверхнями (пластини, сегменти і т. п.).

Серед електричних поширення в останні роки набули нові машини: Dewalt DC411 KL, Sparky FB72, Makita BGA 452 RFE і інші. До класичних машин можна відвести універсальну машину ИЭ-8201 А, яка має гнучкий вал, що з'єднує електродвигун із шліфувальною головою. Таке конструктивне рішення робить машину дуже зручною при використанні у труднодоступних місцях, але вона поступається у мобільності при розширеній зоні робіт. Найбільше високою мобільністю володіють шліфувальні машини,що живляться від акумулятора. У цьому плані найбільш зручною є машина De Walt (рис. 3.23). Технічні характеристики цієї машини та інших наведено в табл. 3.12.

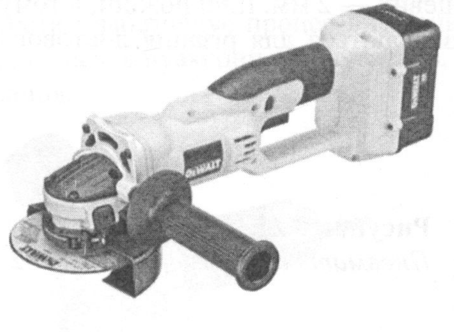


Рисунок 3.23
Електрична шліфувальна машина De Walt DC 411 KL

Серед пневматичних шліфувальних машин найбільш поширеними є машини серії ИП (зокрема, ИП-2014, ИП-2110) російського виробництва та машини MetaboWS(зокрема, MetaboWS 7400).

Таблиця 3.12

Технічні характеристики енергетичних шліфувальних машин

Параметри	Моделі			
	De Walt DC 411KL	Sparky FB 72	Makita BGA 452RFE	ИЭ-8201А У2
Тип машини	Кутова	Кутова	Кутова	Універсальн а з гнучким валом
Джерело живлення	Акумулятор 18 В	Електроме-режа 230 В	Акумулятор 18 В	Електроме-режа 220 В
Потужність, кВт	405	2100	–	800
Максимальний діаметр диска, мм.	125	177.8	115	200
Швидкість обертання, $хв^{-1}$	6500	6600	10000	2800
Маса, кг	2,9	5,6	1,9	13

Машина MetaboWS 7400 (рис.3.24) має найкращі показники. При діаметрі диска 125 мм і швидкості його обертання 10000 $хв^{-1}$ витрати стисненого повітря при тиску 0,63 МПА складають лише 400 л/хв., що в декілька разів менше, ніж в інших машинах такого класу. Маса машини — 1,8 кг. Конструкція — кутова.



Рисунок 3.24

Пневматична шліфувальна машина MetaboWS 7400

ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ КЛЕПАЛЬНИХ РОБІТ

Найбільш поширеними інструментами для виконання клепальних робіт є клепальні пневматичні молотки. Їх застосовують для клепання заклепок при монтажі металоконструкцій, а також при виконанні карбувальних і обрубувальних робіт. На виробництві широко

використовуються молотки російського виробництва, технічні характеристики яких подано в табл. 3.13.

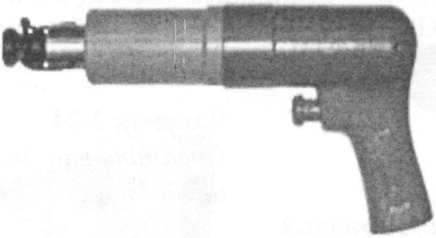
Таблиця 3.13

Технічні характеристики пневматичних клепальних молотків серій ИП і КМП

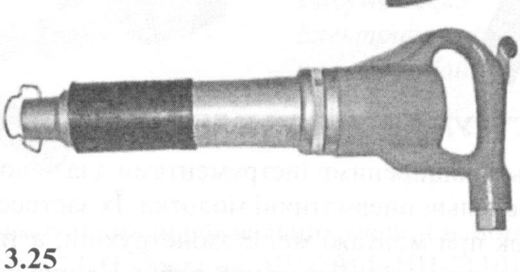
Модель молотка	Характеристики
КМП-14МЦ	Енергія удару — 2,5 Дж; частота ударів — 42 Гц; маса — 1,3 кг.
КМП-24МЦ	Енергія удару — 5 Дж; частота ударів — 37 Гц; маса — 1,6 кг
КМП-32МЦ	Енергія удару — 10 Дж; частота ударів — 23 Гц; маса — 2,2 кг
ИП-4009М	Енергія удару — 22 Дж; частота ударів — 25 Гц; маса — 7,2 кг
ИП-4010М	Енергія удару — 35 Дж; частота ударів — 16 Гц; маса — 8,2 кг

На рис. 3.25 показано зовнішній вигляд молотків КМП-32 і ИП-4010. Максимальний діаметр заклепок для молотка КМП-32 складає 6 мм. Витрати повітря 650 л/хв. Робочий тиск 0,63 МПа. Габаритні розміри 242×52×147 мм.

Молоток ИП-4010 здатний здійснювати клепання заклепок Ø 28–32 мм,(в гарячому стані). Витрати повітря 1100 л/хв. Робочий тиск 0,63 МПа. Довжина 500 мм.



а



б

Рисунок 3.25

Пневматичні клепальні молотки КМП-32 (а) і ИП-4010 (б)

ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ РУБИЛЬНИХ РОБІТ. РУБИЛЬНІ МОЛОТКИ.

Рубильні молотки, як безальтернативний варіант, виконуються лише на пневмоприводі зворотно-поступальної дії. Вони призначаються для рублення металу, карбування, зачищення зварних швів, вирубливання пазів і пробивання отворів у металі товщиною до 16 мм, а при відповідній заміні робочого наконечника для клепання заклепок і розбирання заклепкових з'єднань.

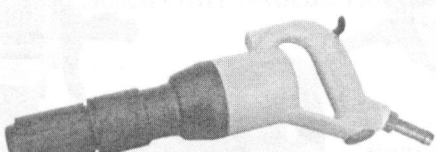
При монтажних роботах, зазвичай, використовуються молотки російського виробництва, зокрема, серій ИП і МР. Технічні характеристики окремих молотків подано у табл. 3.14.

Таблиця 3.14

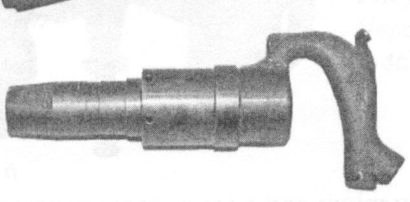
Технічні характеристики рубильних молотків серій ИП, МР і РМ

Молоток	Характеристики
ИП-4126	Енергія удару — 14 Дж; частота ударів — 35 Гц; робочий тиск — 0,63 МПа; витрати повітря —1050 л/хв.; довжина — 450 мм; маса — 5,9 кг;
РМ-16А	Енергія удару — 16 ДЖ; частота ударів — 27 Гц; робочий тиск — 0,63 МПа; витрати повітря — 500 л/хв.; габаритні розміри — 385×78×155 мм;
МР-36	Енергія удару — 36 Дж; частота ударів — 16,6 Гц; робочий тиск — 0,63 МПа; витрати повітря — 1200 л/хв.;маса — 7,6 кг

На рис 3.26 показано загальний вигляд рубильних молотків ИП-4126, РМ-16А без наконечників.



а



б

Рисунок 3.26

Пневматично рубильні молотки ИП-4126 і РМ-16А

ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ВІДБІЙНИХ, БУРОВИХ І УЩІЛЬНЮВАЛЬНИХ РОБІТ

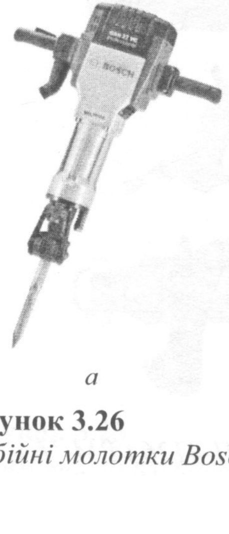
До цієї групи інструментів відносяться відбійні молотки, перфаратори, трамбівки.

Серед кращих зразків відбійних молотків вважаються молотки фірм Makita, DeWalt, Bosch, Інтерскол. Технічні характеристики окремих моделей молотків наведено в табл. 3.15.

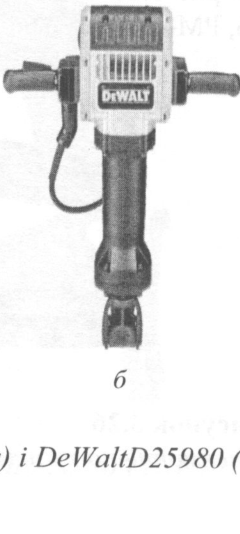
Таблиця 3.15
Технічні характеристики відбійних молотків

Моделі	Показники
Makita HM 1810	Споживана потужність — 2000 Вт; частота ударів — 1000 хв$^{-1}$; енергія удару — 63 Дж; маса — 29,7 кг.
De Walt D25980	Споживана потужність — 2000 Вт; частота ударів — 870 хв$^{-1}$; енергія удару — 68 Дж; маса — 31 кг.
Bosch GSH 27VC	Споживана потужність — 2000 Вт; частота ударів — 1000 хв$^{-1}$; енергія удару — 69 Дж; маса — 29 кг.
Интерскол М-30/2000В	Споживана потужність — 2000 Вт; частота ударів — 1400 хв$^{-1}$; енергія удару — 30 Дж; маса — 18,5 кг.

Як видно із таблиці, кращий показник має молоток Bosch GSH 27 VC як стосовно енергії удару, так і стосовно відношення величини енергії удару до маси (~2,4). Йому дещо поступається молоток De Walt (~2.2). Загальний вигляд цих молотків показано на рис. 3.26.



а



б

Рисунок 3.26
Відбійні молотки BoschGSH27VC (а) і DeWaltD25980 (б)

Серед відомих конструкцій перфораторів перфоратори Bosch GBH7-46DE, DeWaltD25711K, HITACHIDH50MR, Интерскол П-40/1100ЭВ, які використовуються для створення отворів у бетонних і цегляних спорудах (фундаменти, стінки і т.п.). Короткі технічні характеристики цих перфораторів наведено в табл. 3.16.

Таблиця 3.16

Технічні характеристики перфораторів.

Моделі	Показники
Bosch GBH 7-46DE	Споживана потужність — 1350 Вт; частота ударів — 2800 $хв^{-1}$; швидкість обертання — 280 $хв^{-1}$; енергія удару — 15 Дж; максимальний діаметр свердлення по бетону — 150 мм; маса — 8.2 кг;
De Walt D25711K	Споживана потужність — 1250 Вт; частота ударів — 2450 $хв^{-1}$; швидкість обертання — 265 $хв^{-1}$; енергія удару — 13 Дж; максимальний діаметр свердлення по бетону — 115 мм; маса — 8.7 кг;
HITACHI DH50MR	Споживана потужність — 1400 Вт; частота ударів — 1050–2150 $хв^{-1}$; швидкість обертання — 110–230 $хв^{-1}$; енергія удару — 20 Дж; максимальний діаметр свердлення по бетону — 160 мм; маса — 10 кг;
Интерскол П-40/1100ЭВ	Споживана потужність — 1100 Вт; частота ударів 1350–2870 $хв^{-1}$; швидкість обертання — 235–500 $хв^{-1}$; енергія удару — 2–10 Дж; максимальний діаметр свердлення по бетону — 105 мм; маса — 6.2 кг;

Як видно із таблиці 3.16, і в цій групі інструментів кращі показники має перфоратор Bosch GBH 7-46DE. Його загальний вигляд показано на рис. 3.27.



Рисунок 3.27
Перфоратор BoschGBH 7-46DE

Трамбівки використовуються для ущільнення ґрунту при зворотному засипанні пазух фундаментів, навколо опор, трубопроводів,

колекторів, оглядових колодязів і т.д. Найбільш поширеними є трамбівки серії ИЭ. На рис. 3.27 показано загальний вигляд трамбівки ИЭ-4505 російського виробництва. Вона має наступні показники: товщина ущільнювального шару — 0,2–0,3 м; продуктивність — 8–18/год.; енергія удару — 102 Дж; частота ударів — 9,3; розмах коливань — 0,035 Дж; площа трамбівного башмака — 0,029ì^{2}; споживана потужність — 0,625 кВт; джерело живлення — електромережа (220 В, 50 Гц, 3-х фаз.); габарити — 420×440×960 мм; маса — 27,5 кг.

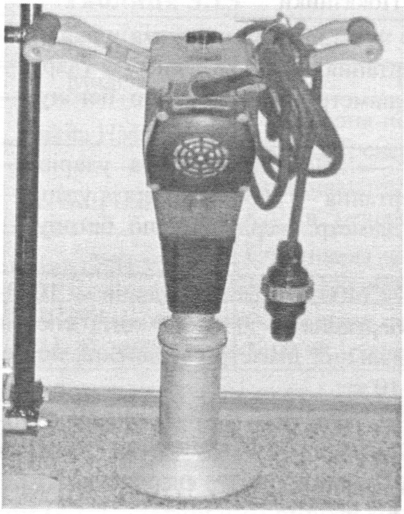


Рисунок 3.27
Електрична трамбівка ИЭ-4505

Розділ 4
Фундаменти та кріплення до них обладнання

1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА БУДОВА ФУНДАМЕНТІВ

Фундаменти під металургійне обладнання сприймають значні статичні і динамічні навантаження. Поділяються на масивні, стінові, стовбчасті, рамкові і каркасні. Більшість фундаментів мають складну конфігурацію і пронизуються тунелями, каналами і трубопроводами. Об'єми фундаментів є дуже значними і вимагають витрат 3–5 $м^3$ бетону на 1 т маси обладнання, що установлюється на масивних чи стінових фундаментах, рольганги — на стінових чи стовпчастих, електричні машини — на рамкових і т.д..Матеріалом для фундаментів случує цементний бетон марки 100, 150 чи 200 і залізобетон із того ж бетону з арматурою із сталі марки СТ.3 (у деяких випадках застосовуються інші марки сталей). Підошви під фундамент відливають із цементного бетону марки 50. Цементний бетон в залежності від щільності поділяється на особливий (більше 2500 $кг/м^3$), тяжкий (1800–2500 $кг/м^3$), легкий (500–1800 $кг/м^3$) і особливо легкий (менше 500 $кг/м^3$).

Фундаменти під легке обладнання і металорізальні верстати виконують або у вигляді бетонових плит чи смуг товщиною 200–700 мм для ряду верстатів, або ж у вигляді плиткових блоків для одного — двох верстатів.

Габарити фундаментів у плані незначно перевищують відповідні габарити обладнання, що установлюється на них. Мінімальна глибина закладення фундаментів визначається, головним чином, глибиною промерзання ґрунту в даному районі.

Фундаменти під велике обладнання складаються із підошви, що передає тиск від маси обладнання і фундаменту на ґрунт, власне фундаменту і закладних частин. Розміри підошви фундаменту залежать від маси обладнання, характеру навантаження (статичного, динамічного, ударного), властивостей основи (ґрунтів) і їх несної здатності.

До закладних деталей, що установлюються у фундаментах, відносяться:

- анкерні болти для кріплення до фундаментів обладнання, огорож, східців, помостів і інше;

- сталеві конструкції (стояки, кронштейни) для кріплення трубопроводів і захисних пристроїв;
- труби для електрокабелів, водозабезпечення, каналізації, мастильних систем і вентиляції;
- прокатні чи гнуті профілі для обрамлення і обличкування бортів отворів, виступів, східців і інше.

Крім закладних деталей, застосовують накладні сталеві елементи, а сам плитковий поміст, огорожі, кришки люків і інше. Плитковий поміст охоплює весь периметр фундаменту і слугує проміжним ланцюгом між фундаментом і підлогою.

Кріплення фундаментів під обладнання розроблюють на підґрунті будівельних завдань, що видаються підприємствами — виробниками обладнання. Усі висотні відмітки фундаментів на кресленнях вказують відносно рівня підлоги цеху чи голівки залізничних рейок, які приймаються за нульову відмітку.

Відмітку опорних площин фундаменту, на які установлюють базові деталі (станини, рами, корпуси і інше), приймають нижче проектної з урахуванням наступного підливання після монтажу.

У будівельному завданні вказують габарити фундаментів у плані, їх прив'язування до осей колон споруди цеху, навантаження на майданчики, на яких установлюється обладнання, координати анкерних болтів. Крім того приводять перерізи, що показують відмітки майданчиків фундаменту по відношенню до рівня нульової відмітки, розміри ніш, тунелів, колодязів, підвалів, що виготовляються у тілі фундаменту, і додають специфікацію анкерних болтів.

Проектна організація, що розробляє будівельні креслення (загальні, опалубочні, арматурні і закладних частин), визначає глибину закладення фундаменту і розміри підошви (у залежності від показників обладнання і властивостей ґрунту), розраховує фундамент на міцність, визначає марки бетону, систему армування і передбачає усі технологічні і конструктивні закладні частини.

При проектуванні фундаментів дотримуються наступних вимог:
- відстань від краю станини чи рами обладнання до краю фундаменту має бути не менше 100 мм;
- відстань від осей анкерних болтів до межі фундаменту повинна бути не менше чотирьох діаметрів болта;
- відстані між осями болтів за згодою з машинобудівниками належить витримувати кратними 100 чи 50 мм;

- фундаменти великої протяжності поділяють на окремі масиви температурно-усадковими швами (неармовані через 20 м, армовані через 40 м).

У процесі проектування фундаментів при необхідності передбачається їх захист від ґрунтових вод, ударів, стирання, дії високих температур, мастильних матеріалів і агресивних розчинів.

Для захисту фундаментів від впливу ґрунтових вод і агресивних середовищ застосовуються гідроізоляційні покриття: металеві, офарблено бітумне, обклеювальне, цементне і інше. Найбільш ефективним все-таки вважається покриття на полімерній основі, а також епоксидно-сланцьові сполуки.

При контакті фундаментів із рідкими агресивними середовищами піднімають відмітку верху фундаменту над рівнем долівки споруди на 300 мм. а якщо на фундамент можуть систематично потраплять агресивні середовища, то передбачається установлення піддонів під обладнання із хімічно стійких матеріалів.

2. ПРИЙНЯТТЯ ФУНДАМЕНТІВ ПІД МОНТАЖ ОБЛАДНАННЯ

Основні процеси монтажу обладнання розпочинаються з прийняття фундаментів під монтаж. Від якості цього прийняття залежать тривалість монтажу і трудовитрати. Тому прийняттю фундаментів механомонтажниками від будівельників належить приділяти особливу увагу.

При прийнятті фундаментів необхідно перевірити наступне: відповідність його розмірів проектним і приєднувальним розмірам машини; стан поверхні і висотні відмітки; точність розташування закладних частин і фундаментних болтів; наявність осьових плашок і реперів. Бетонований фундамент не повинен мати каверн, шпарин, тріщин і інших дефектів, з гладкою поверхнею, без напливів.

Якщо машина чи агрегат поєднані з іншими машинами, то необхідно перевірити не тільки розташування окремо розташованого фундаменту, але і прив'язування його до сусідніх фундаментів, що поєднані з ним загальним технологічним ланцюгом.

Відхилення фундаменту від проектного завдання не мають перевищувати, мм:

По прив'язочним розмірам подовжніх і поперечних осей фундаментів і осей колодязів (анкерних болтів) 20

По основним розмірам у плані 30

По висотним відміткам поверхні фундаменту без урахування висоти підливання 30

По розмірам уступів у плані 20

По розмірам колодязів (для анкерних болтів) у плані +20

По відміткам уступів у виїмках і колодязях –20

По осям анкерних болтів у плані 5

По глибині колодязів для анкерних болтів +50

По осям закладних анкерних пристроїв у плані 10

По відміткам верхніх торців анкерних болтів +20

Відхилення, що не вказані в технічних умовах, оговорюються у робочих кресленнях. Висота підливання повинна бути не менше 30 мм.

Неабияке значення має і якість бетону стосовно його міцності. Міцність бетону визначається через міцність контрольного зразка, який відливається одночасно з фундаментом із того ж бетону. Така міцність визначається тимчасовим опором кубиків із бетону через 28 діб після його приготування. Але на практиці застосовується оперативний метод визначення міцності бетону, який оцінюється дуже простим шляхом, а саме нанесенням ударів по бетону молотком і гострим зубилом з оціненням по звуку і деформації (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Дані для оцінювання міцності бетону

Міцність бетону, МПа	Характер звуку при ударі	Результати при ударі по поверхні бетону	
		молотком	Гострим зубилом
20–30	Дуже дзвінкий	Не залишається	При насіканні не залишається слідів
15	Дзвінкий	Майже без слідів	При легкому насіканні дає слабкий слід
10–5	глухий	Залишаються вм'ятини	Насікається на глибину 1–1,5 мм

При прийманні фундаментів можуть виявитись деякі відхилення від вимог технічних умов. Найбільш поширеними є наступні відхилення:

- завищення проектних відміток фундаменту;
- заниження проектних відміток фундаменту;

- завищення висоти фундаментних болтів;
- зміщення фундаментних болтів у плані;
- зміщення фундаментів з осей;
- неякісний бетон у верхній частині фундаменту.

При завищенні проектних відміток фундаменту здійснюється зрубування збиткової висоти фундаменту за допомогою відбійних молотків.

При значному зниженні проектних відміток фундаменту здійснюють добетонування після оголення арматури і установлення додаткових арматурних сіток. Якщо фундамент призначений для установлення відповідальних машин, то питання вирішується в кожному конкретному випадку особисто. При невеликому заниженні збільшують висоту пакетів підкладок.

При завищенні висоти фундаментних болтів і при наявності достатньої довжини нарізки на болтах зрізують зайві частини болтів по висоті. При недостатній нарізці її нарізують на місці чи вирубують невеликі колодязі у місцях розташування болтів, зрізують стрижні болтів й до них приварюють нові стрижні більшої довжини таким чином, щоб стикові накладання розташовувались у колодязях і не заважали установленню машини. Проте для відповідальних машин питання стосовно способу виправлення ситуації вирішується у конкретних умовах особисто.

При заниженні висоти фундаментних болтів поступають так, як і в попередньому випадку.

При невеликому зміщенні фундаментних болтів у плані підгинають стрижні болтів автогеном. При великому зміщенні фундаментних болтів і при їх достатній висоті відносно поверхні бетону до нижньої основи машини чи можливості змінити проектну відмітку машини виготовляють перехідну металеву раму, яку закріпляють на зміщених болтах. Машину ж закріпляють на рамі новими болтами. При значному зміщенні і неможливості підняття машину зрублюють весь фундамент чи його частину на висоту болтів і бетонують знову з новими болтами.

При невеликому зміщенні фундаменту рішення приймається індивідуально в кожному конкретному випадку. Допускається підгинання болтів, установлення нової рами, добетоновується фундамент і інш.. При значному зміщенні неправильно виготовлений фундамент ліквідується.

При неякісному бетоні у верхній частині фундаменту (розсипається від удару молотком) зрублюють недобрий бетон і бетонують цю зрізану частину з установленням при необхідності додаткової арматурної сітки.

Приймання фундаментів оформлюють актом готовності, який підписують представники технічного нагляду замовника, будівельною і монтажною організацією.

3. КРІПЛЕННЯ МАШИН ДО ФУНДАМЕНТІВ

Для кріплення машин до фундаментів застосовуються фундаментні (анкерні) болти, дюбелі і патрони. Діаметри болтів, що найбільш часто використовується для закріплення обладнання, складають, мм: 12, 20, 24, 30, 36, 42, 48, 56, 64, 76, 90, 100, 115, 130, 150, 180. Довжину болтів установлюють у межах від 20 до 40 діаметрів болта.

Фундаментні болти поділяються на глухі, з'ємні і болти, що установлюються у готові фундаменти (рис. 4.1). Глухі болти виконують з вигином чи з анкерною плитою. З'ємні болти виконують з анкерними плитами із листового прокату чи сталевого лиття, що закладаються у фундамент наглухо. Знизу плити кріпляться гайками.

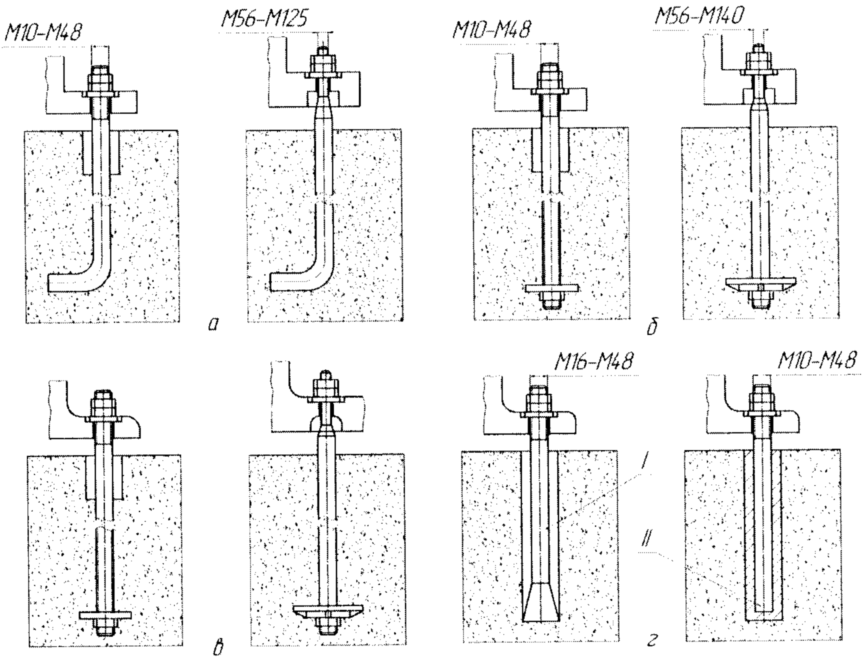
При використанні великої кількості фундаментних болтів їх установлюють у спеціальних пристосуваннях — кондукторах (рис. 4.2), що забезпечує високу точність розташування болтів у плані і по висотним відміткам.

Кондуктор установлюють згідно з монтажними осями і висотними відмітками. Фундаментні болти 1 вставляють в отвори пластини кондуктора 2 і підвішують на гайках 3. Після установлення опорних стояків 4 і фундаментних болтів, а також укладення необхідної арматури всю систему жорстко зв'язують електрозварюванням і закріпляють в опалубці, яка повинна бути надійно закріплена по відношенню до фундаменту.

Іноді для досягнення високої точності установлення фундаментних болтів (до 1–2 мм) застосовують плазово-блочний метод. При цьому розташовані на кожному фундаменті болти групуються по 12–40 штук у блоки, габарити яких складають приблизно 2,5×3 мм. Блок наносять на плазове креслення, де всі болти прив'язані до проектних осей.

За складеним плазовим кресленням виготовляють дерев'яний щит з наклеєним на нього міліметровим папіром, на якому у масшта-

бі 1:1 просвердлені отвори, куди вставляють і підвішують фундаментні болти. Розмір щита залежить від кількості болтів і можливості його транспортування.

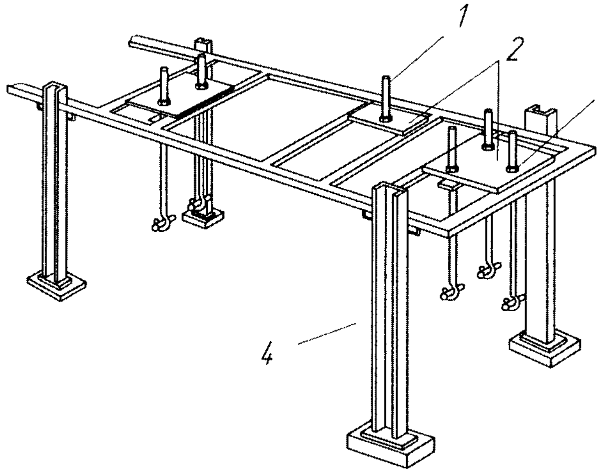


а — болти з вигином; б — болти з анкерною плитою; в — з'ємні; г — болти, що установлюються у готові фундаменти (I — конічні із зачекануванням цементним розчином, II — рівні)

Рисунок 4.1
Типи анкерних болтів

Проте найбільш ефективним з огляду на точність і продуктивність роботи може стати лазерний метод, при якому достатньо точно установлюється координатна сітка розташування фундаментних болтів.

Болти установлюють також після бетонування в анкерних колодязях, що заливаються бетоном після установлення обладнання. Для отримання у фундаменті анкерних колодязів до бетонування установлюють і закріпляють на підтримуючих конструкціях дерев'яні чи металеві пробки (коробки), заливають бетон і після його затужавіння виймають пробки із фундаменту.



1 — фундаментний болт 2 — кондуктор 3 — гайка болта 4 — опорний стояк кондуктора

Рисунок 4.2
Установлення фундаментних болтів по кондуктору

Болти, що установлюються у готові фундаменти, не потребують спеціальних кондукторних пристроїв і мають меншу довжину, ніж глухі і з'ємні. До них відносяться конічні болти із зачеканюванням цементним розчином і рівні болти, що установлюються на епоксидному клеї.

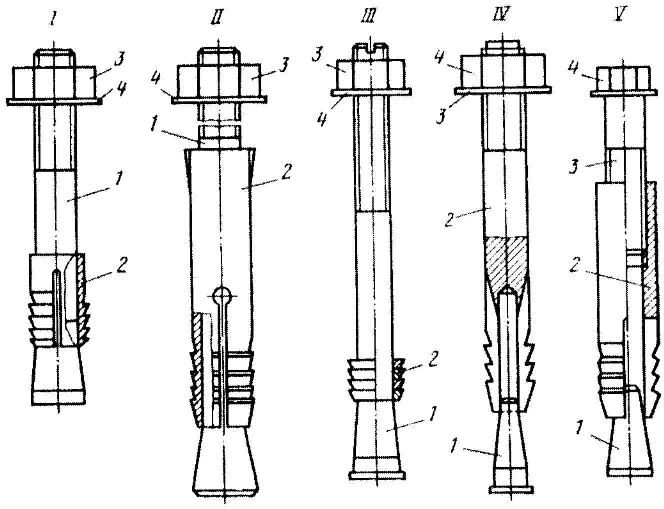
Болти, що кріпляться на епоксидному клеї, установлюють у шпари, які пробурені у готовому фундаменті, і заповнюють шпари клеєм.

Шпари бурять перфораторами, які оснащені буровими коронками. Анкерні болти у цьому випадку затягують не раніш, ніж через 72 години після установлення і витримуванні при температурі не нижче 15°С.

Більш ефективним кріпленням вважаються самоанкеруючі болти і дюбелі (рис. 4.3). Вони являють собою кріплення розтискного типу і установлюються в отвори, що просвердлюються у готових фундаментах.

Самоанкеруючі болти бувають трьох типів (I, II, III) і призначені для кріплення обладнання, що працює в умовах як статичних, так і динамічних навантажень. Болт складається із шпильки 1 з коніч-

ною частиною, цанги з прорізями чи розрізних кілець 2, гайки 3 і шайби 4 для затягнення обладнання на фундаменті. При затягуванні гайки відбувається розклинювання цанги чи розрізних кілець в отворі і сили зчеплення утримують болт від витягання його з отвору.



I, II, III — самоанкеруючі болти; IV, V — дюбелі

Рисунок 4.3
Кріплення конструкції «ВНИИмонтажспецстроя»

Дюбелі виконуються двох типів (IV і V) і призначаються для роботи при статичних навантаженнях і фіксації обладнання при його закріпленні.

Дюбель типу IV складається із розтискного конуса 1, шпильки 2,шайби 3 і гайки 4. в нижній частині шпильки зроблено отвір з чотирма поздовжніми прорізями. На зовнішній поверхні анкерної частини шпильки для зчеплення з бетоном передбачено проточки. При осаджуванні шпильки на конусі її анкерна частина розпирається і дюбель міцно утримується в отворі.

Дюбель типу V складається із конуса 1, цанги 2, болта чи шпильки 3і гайки 4. Після осаджування цанги на конусі у фундаменті через отвір в опорній частині машини укручують болт чи шпильку і тим самим закріплюють машину.

В деяких випадках (при ремонті чи відновленні фундаменту) для кріплення обладнання застосовують анкерні патрони. Патрон

являє собою сталеву трубу діаметром 50–60 мм з муфтою на кінці. Муфта має отвір, в який вводиться і фіксується голівка анкерного болта. Патрон установлюють у колодязь, який виготовлено на старому фундаменті, і заповнюють зовні бетоновою сумішшю марки 200.

Фундаментні болти під час роботи машин зазнають у багатьох випадках як статичних, так і динамічних навантажень. Болти виготовляють із вуглецевих і низьколегованих сталей марок ВС-3пс6, ВСт 3сп5, ВСт 3кп2, марок 20, 25, 30 і 35; болти діаметром М56-М140 допускається виготовляти із низьколегованих сталей марок 09Г2С і 10Г2С1. Останні марки сталей використовують для відповідальних болтів.

При розрахунках болтів, що працюють на розтягнення, приймають допустимі напруження розтягнення $[\sigma_p]$ наступних величин: для болтів із сталей марок ВС-3пс6 і ВСт 3сп5 — 140 МПа; із сталей марки — 09Г2С — 170 МПа і марки 10Г2С1 — 190 МПа .

При розрахунках на стомлені руйнування під дією динамічних навантажень допустимі напруження на розривання розраховують за формулою [24]:

$$[\sigma_p]_д = 0{,}278\frac{\alpha}{\mu}[\sigma_p],$$

де μ — коефіцієнт, що враховує масштабний фактор;

α — коефіцієнт, що враховує число циклів навантаження.

Величина коефіцієнта μ у залежності від діаметра болта така:

d	М10-М12	М16	М20-М24	М30-М36	М42-М48	М56-М72х6
μ	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8

Продовження

d	М80х6-М90х6	М100х6-М125х6	М140
μ	2,0	2,2	2,5

Величина коефіцієнта α у залежності від кількості циклів така:

Число циклів	$0{,}05\times10^4$	$0{,}2\times10^4$	$0{,}8\times10^4$	2×10^4	5×10^4 і більше
α	3,15	2,25	1,57	1,25	1,0

Глибина закладення болтів *H* у фундаменті приймається в залежності від типу болта і його діаметра *d і* для для болтів із сталі

з $[\sigma_p]$≥140 МПа і бетону марки 150 з допустимим розрахунковим напруженням на розтягнення 0,63 МПа вибирається із наступних співвідношень:

- для болтів з відгином H=25d;
- для болтів з анкерною плитою H=15d;
- для конічних із зачеканюванням цементовим розчином і рівних на епоксидному клеї болтів H=10d;
- для самоанкеруючих болтів H=8d.

Площу перерізу болтів у нарізці при опорі руйнуванню від утомленості виражають за формулою:

$$F = \frac{P_{\text{ПЗ}}+\chi P_{\text{Н}}}{100[\sigma_{\text{р}}]},$$

де $P_{ПЗ}$ — зусилля попереднього затягування болта при дії вертикальних навантажень, H;

χ — коефіцієнт навантаження (приймають 0,5…0,6);

$P_н$ — розрахункове вертикальне зусилля, H.

Розрахункове вертикальне зусилля визначають за формулою:

$$P_H = \frac{P_0 - G}{n} + \frac{M \cdot y_1}{\sum y_i^2},$$

де P_o — розрахункове вертикальне відривне навантаження, що діє на фундаменті від машини, H;

M — розрахунковий перекидаючий момент, $H{\cdot}м$;

G — вага машини, H;

n — число фундаментних болтів;

y_I — відстань від осі повороту до ітого болта, м.

У розрахунках приймають, що вісь повороту машини при перекиданні під дією експлуатаційних навантажень проходить через центр тяжіння (мас) опорної поверхні машини.

Для болтів, що установлюються без контролю зусилля попереднього затягування, переріз болтів визначається за формулою:

$$F = \frac{0{,}01\cdot\chi P_{\text{Н}}}{[\sigma_{\text{р}}]-100}.$$

За визначенням значення площі визначають і остаточно вибирають діаметр болта. У табл. 4.2 наведено діаметри болтів згідно з визначеною площею. При цьому розрахункова площа приймається в бік завищеного значення.

Таблиця 4.2 *Діаметр фундаментних болтів в залежності від розрахункової площі перерізу*

d	*F*, см^2	*d*	*F*, см^2	*d*	*F*, см^2
M10	0,523	M36	7,59	M80x6	40,87
M12	0,768	M42	10,34	M90x6	53,68
M16	1,44	M48	13,80	M100x6	67,32
M20	2,25	M56	18,74	M110x6	82,67
M24	3,24	M64	25,12	M125x6	108,56
M30	5,19	M72x6	32,23	M140x6	138,01

При динамічних навантаженнях площу перерізу болтів перевіряють на витривалість за формулою:

$$F_{в} = \frac{\chi P_{н}}{200[\sigma_{р}]\delta}.$$

Болти задовольняють умові необхідної витривалості, якщо $F_в \leq F$.

Переріз фундаментних болтів розраховують із умови нерозкриття стику між фундаментом і основою базової деталі машини. Це питання розглянуто у наступному розділі (Монтаж нарізних з'єднань).

Розділ 5
Геодезичне обгрунтування монтажу та методи і засоби контролю точності складання і установлення обладнання

1. ГЕОДЕЗИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ МОНТАЖУ

Для забезпечення необхідної точності монтажу окремих машин і механізмів, що з'єднані між собою єдиною технологічною лінією, на їх фундаменти наносять поздовжні і поперечні осі, а також висотні відмітки, які служать орієнтирами при установленні обладнання.

Осі поділяють на основні (контрольні) і робочі. Основні осі наносять при будівництві споруд і закріплюють безпосередньо на фундаментах будівельних конструкції і обладнання.

Висотні відмітки, що називаються реперами, також поділяють на контрольні і робочі.

Контрольні репери установлюють на спеціальних бетонних стовпчиках із перерізом 0,5×0,5 м, що поглиблені нижче рівня промерзання ґрунту і піднімаються над поверхнею землі на 20 см. Їх розташовують за межами споруди з таким розрахунком, щоб вони не пошкоджувались під час будівельних робіт.

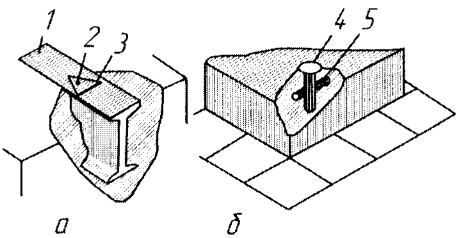
Робочі репери установлюють безпосередньо на фундаментах обладнання. Осі і репери розташовують так, щоб вони не були закриті обладнанням при монтажі.

Осі наносяться за допомогою керна на спеціальний металеві плашки, що позакладені в тіло фундаменту. Плашка являє собою кусок рейки, швелера чи двотаврової балки довжиною 150–200 мм, що приварений до арматури фундаменту, і залитий бетоном. При відсутності арматури плашку приварюють до спеціально закладеної пластинки. Бетоновий розчин має бути високої марки. На поверхні плашки керном наносять ямку глибиною не більш 2 мм. Допустиме відхилення при нанесені ямки, що позначає вісь діаметру має бути в межах ±1 мм. Щоб цю ямку можна було легко виявити на плашці, її відмічають трикутником, який злегка накернюють і зафарбовують білою чи червоною фарбою.

Для установлення обладнання за заданою висотою користуються висотним репером, який являє собою заклепку, що поглиблена

у фундамент і надійно приварена до арматури. Якщо ж близько від заклепки немає арматури, то до її нижньої частини приварюють металеву пластину розміром 100×100 мм, яку потім, як і плашку заливають бетоновим розчином. Відхилення по висоті при установці репера допускаються у межах не більш 0,5 мм.

Будова і установка реперів і плашок показана на рис 5.1



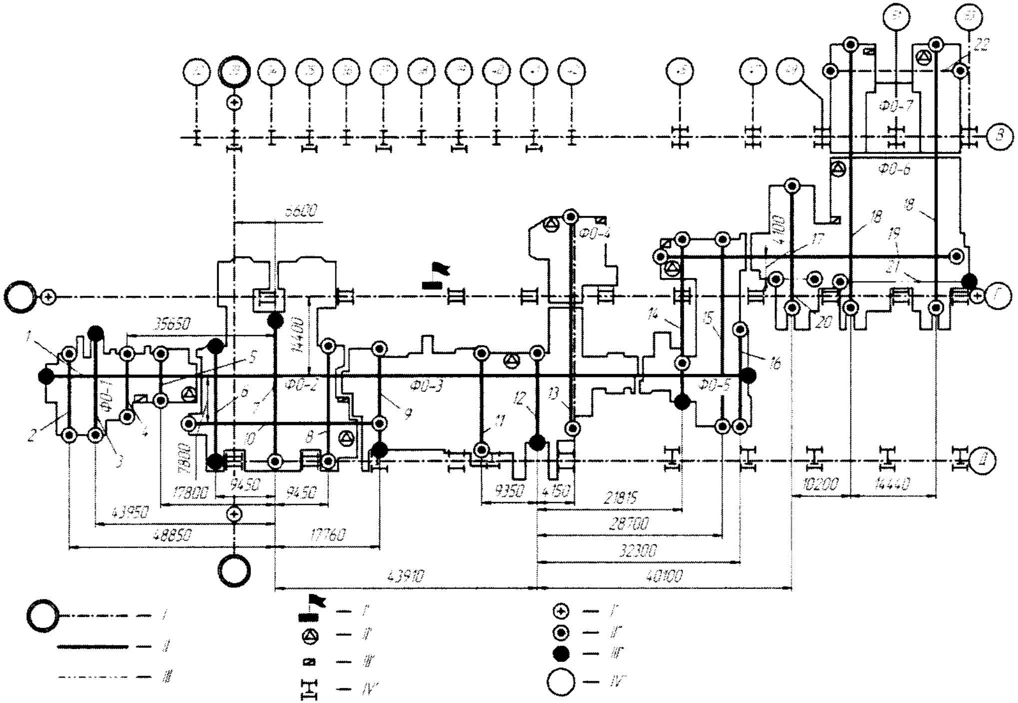
1 — відрізок двотавра; 2 — ямка (точка накернення); 3 — позначений трикутник; 4 — заклепка; 5 — металевий анкер

Рисунок 5.1

Знаки позначення для закріплення монтажних осей (а) і висотних відміток (б)

При установленні машини в проектне положення необхідно її поздовжню і поперечну осі поєднати з відповідними осями фундаменту, а основу (станину) машини розташувати на задану проектом висотну відмітку. Положення осей машини фіксують на її основі накерненням.

Точність установлення машин на фундаментах визначається різними вимогами. Найбільш важним з них є кінематичне сполучення декількох машин у технологічному потоці (наприклад, автоматизовані лінії, стани безперервної прокатки). У цих випадках все обладнання, що складається із безперервного ланцюга машин, необхідно установлювати з високою точністю. Установлення по осям фундаменту окремо розташованих машин, а також машин, що поєднані гнучкими зв'язками, може бути менш точним, наприклад, скіпова лебідка доменної печі, яка з'єднана із скіпами канатами великої довжини. Система осей і висотних відміток, що зафіксована в натурі і нанесена на спеціальне креслення, називається геометричним обґрунтуванням будівництва. Таке креслення, що виконане у масштабі 1:1000 чи 1:2000, називають планшетом, а координатну сітку на планшеті наносять по обом осям із кроком 200 м.



1 — вісь прокатки; 2 — вісь першого ролика приймального рольганга; 3 — вісь люльки перекидача; 4 — вісь терезів; 5 — вісь останнього рольганга; 6 — вісь дев'ятого ролика правого робочого рольганга; 7 — вісь робочої кліті; 8 — вісь дев'ятого ролика лівого робочого рольганга; 9 — вісь останнього ролика розкатного рольганга;10 — вісь маніпулятора; 11 — вісь останнього ролика відвідного рольганга; 12 — вісь ножиць; 13 — вісь конвеєра убирання обрізків; 14 — вісь клеймувача; 15 — вісь ланцюгового конвеєра; 16 — вісь останнього ролика рольганга; 17 — вісь стелажа і зіштовхувача; 18 — осі передатного пристрою і зіштовхувача; 19 — вісь рольганга за ланцюговим конвеєром; 20, 21 — осі електродвигунів зіштовхувача; 22 — вісь привода передатних пристроїв; ФО1-7 номера фундаментів; I–III — контрольні осі, основні і допоміжні; I'–III' — репери контрольні, основні допоміжні; IV' — колони; I'' — місця закріплення контрольних осей на бетонових монолітах поза фундаментом під обладнанням; II'' — те ж, плашок і допоміжних робочих осей на фундаментах; III'' — місця установлення сумісного репера і плашки; IV'' — осі і ряди колон

Рисунок 5.2

Схема геодезичного обґрунтування блюмінга

Система осей і відміток, що зафіксована в натурі у прогоні цеху, де монтується група кінематично пов'язаних машин, і нанесена на креслення, називається геодезичним обґрунтуванням монтажу. Геодезичне обґрунтування монтажу складається із основних і робочих (монтажних) осей і відміток. Схема геодезичного обґрунтування при монтажі прокатного стана блюмінга показана на рис. 5.2 [26].

При використанні визначених осей і відміток установлюють і перевіряють правильність монтажу обладнання. За основними осями контролюють правильність прив'язування робочих осей. Прив'язування робочих осей виконують тільки від основних осей, оскільки послідовне прив'язування робочих осей призвело б до накопичення помилок. Це означає, що робочі осі неможна прив'язувати при вимірах від інших робочих осей. Всі висотні відмітки на кресленні геодезичного обґрунтування монтажу, що зазвичай відраховуються від рівня моря, перераховуються відносно нульового рівня цеху. Це необхідно для того, щоб зорово уявити висоти при установленні машин і усунути похибки.

2. МЕТОДИ і ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ТОЧНОСТІ СКЛАДАННЯ і УСТАНОВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ

Машини і обладнання після складання і монтажу ретельно перевіряють за нормами точності за допомогою різноманітних монтажних інструментів: осьових струн, перевірних лінійок, гідростатичних слюсарних, рамних і електронних рівнів, мікрометричних нутромірів (штихмасів), штангенциркулів різного призначення, а також оптико — геодезичним і лазерним методами,які дозволяють визначити відносне положення точок, що контролюються у горизонтальній площіні і по вертикалі.

У процесі складання і монтажу перевіряють наступне: прямолінійність і взаємне розташування площин; паралельність і перпендикулярність осей і площин; соосність деталей, вузлів і машин; щільність приляганнл поверхонь і зазори між ними.

Прямолінійність площин перевіряють наступними методами [25]:

1. Перевірення з використанням фарби перевірної лінійки з широкою робочою поверхнею. На робочу поверхню лінійки наносять тонкий шар фарби, накладають на поверхню і пересувають по ній. Об прямолінійності судять по залишкам і розташуванню плям фарби на

поверхні, що перевіряється. При поверхні доброї якості плями розташовуються на ній рівномірно в кількості від 15–20 на площі 25*25 мм. Таким методом перевіряють прямолінійність поверхней з розмірами до 1.0*2,0 м

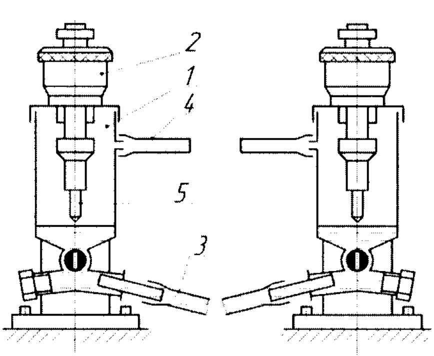
2. Перевіряння перевірною лінійкою і щупом. Лінійку накладують на поверхню, що підлягає перевіренню, у різних напрямах і щупом визначають зазори між ними. Точність перевірення досягає 0,004–0,1 мм на довжені 1м.

Для перевірення прямолінійності поверхні типу опор, що розташовані на відстані 4–5 м, застосовують довгу лінійку, на яку установлюють рівень, точність перевірення 0,04–0,2 мм на довжені 1 м.

3. Перевірення перевірною лінійкою і мірними плитками. Лінійку робочою поверхнею кладуть на дві однакові мірні плитки, що установлені на контрольній поверхні на відстані 1/5 довжини лінійки від її кінців. Зазори між лінійкою і поверхнею вимірюють за допомогою кінцевих мір (плиток) чи набору щупів. Точність перевірення 0,01 мм на довжині 1 м.

4. Перевірення лекальною лінійкою по світловій щілині. Лінійку кладуть гострим пругом на поверхню перевірення і розташовують позаду лінійки джерело світла. Якщо окремі місця сполучення лінійки з поверхнею просвічують,то це свідчить про відхилення від прямолінійності. Висота світлової щілини установлюється зорово і складає не меньше 3–5 мкм. Метод застосовується при перевіренні невеликих поверхонь і забезпечує точність 0,02–0,05 мм.

5. Перевірення натягнутою струною з діаметром дроту 0,3–0,5 мм і штихмасом для поверхонь довжиною до 10 м. Для натягнення струни в залежності від її діаметра застосовують тягар з масою,що дорівнює 2/3 від розривного зусилля струни.



1 — резервуар; 2 — мікрометрична голівка; 3, 4 — прозорі шланги для води і повітря; 5 — мікрометричний рівнемір

Рисунок 5.3
Гідростатичний рівень

6. Перевірення гідростатичним рівнем (рисунок 5.3) з мікрометричною голівкою. Тут можлива точність вимірювання до 0,01 мм/м і установлювання поверхні довжиною до 20 м.

На рисунку 5.4 показані традиційні інструменти: штангенциркуль (а), штангенглибиномір (б), штангенциркуль з індикатором (в), мікрометричний, слюсарний рівень (г).

7. Перевірення слюсарними і рамними рівнями. Слюсарні і рамні рівні за точністю відліків поділяють на чотири групи з ціною поділення шкали 0,02–0,03 мм для першої групи і 0,25–0,5 мм для четвертої.

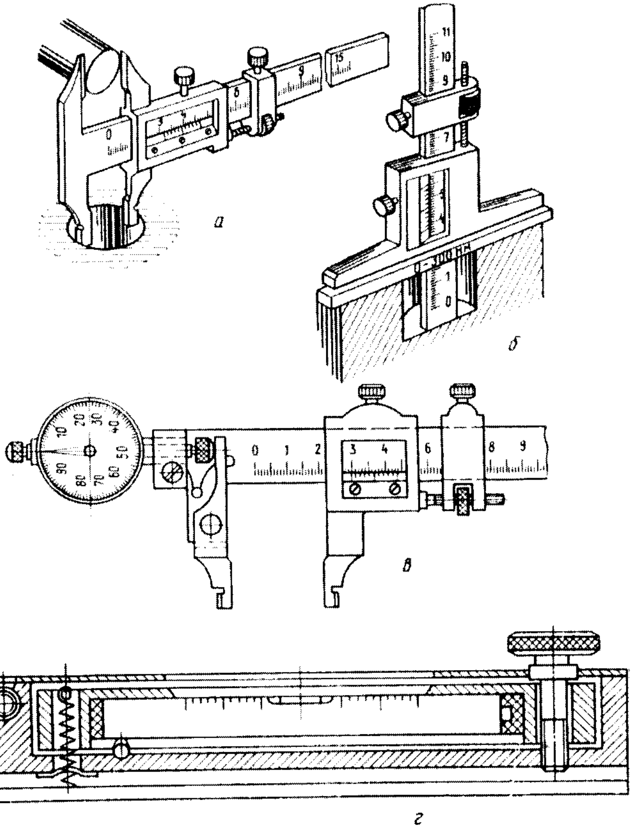


Рисунок 5.4

Традиційні інструменти для контролю точності складання і установлення машин

До сучасних інструментів відносяться електронні рівні, точність вимірювання (0,0001 мм/м) на порядок вище традиційних технічних рівнів.

Перевірення перпендикулярності площин здійснюють частіше косинцями, розміри і тип яких вибирають в залежності від конфігурації і розмірів деталей, вузлів і розташування площин. Поряд з цим застосовуються також індикатори на штативі, штангенрейсмуси, штихмаси. Точність перевірення складає 0,02–0,05 мм/м.

Перевірення соосності отворів і валів виконують наступними методами. За допомогою калібрів перевіряють соосність отворів, які віддалені на невелику відстань. На фарбу по фальшвалу чи сполученої деталі перевіряють соосність отворів, що віддалені на велику відстань (наприклад, трансмісійних валів). Соосність оцінюють за розташуванням плям контакту на поверхні отворів, що підлягають перевіренню, струною і штихмасом перевіряють соосність отворів діаметром понад 200 мм і розташованих на відстані до 10 м. Струну закріплюють так, щоб вона співпадала з віссю базового отвору, після чого вимірюють штихмасом відхилення осі отвору, що контролюється. При вимірюванні ураховують провисання струни під дією сили тяжіння (табл. 5.1)

Приклад практичного застосування струного методу розглянуто у шостому розділі при контролі установлення скіпової лебідки.

У порівнянні зі струнним методом більш точним методом вивірення, перевірення точності складання і установлення машин є оптико-геодезичий метод. Сутність методу полягає у фіксації оптичних осей за допомогою прецезійних теодолітів і візирних марок і вивірюванні по висоті за допомогою високоточних нівелірів і штрихових малогабаритних рейок. Теодоліти призначаються для визначення напрямів вимірювання горизонтальних кутів і кутів нахилу,що дає можливість точно визначати напрями осей, вони бувають різних типів: механічні, оптичні, електронні. При виконанні монтажних робіт використовуються, головним чином, оптичні теодоліти (рисунок 5.5, а). Основними частинами теодоліта є: підставка, що слугує для установлення приладу, а також для приведення у робоче (горизонтальне) положення за допомогою трьох підйомних гвинтів трегера; зорова труба, що призначається для здійснення спостереження; лімб — робоча міра теодоліта, що являє собою круг із поділками; алідада — частина приладу, що розташована соосно з лімбом і має від-

ліковий пристрій; круглий циліндричний рівень, який слугує для установлення приладу в горизонтальне положення; наводні і кріпильні гвинти, що призначаються для наведення зорової труби на візирну ціль і закріплення рухомої частини приладу в заданному напрямі. Росія виготовляє теодоліти з погрішністю вимірів від 0,5" до 30" (кутових секунд), максимальна погрішність вказується у маркировці приладу. За точністю ці теодоліти поділяються на технічні, точні і високоточні.

Таблиця 5.1 *Провисання струни під дією сили тяжіння*

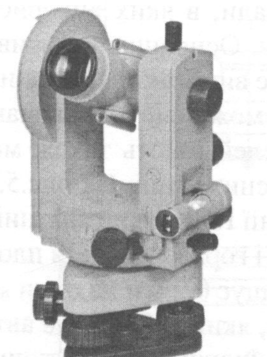
Довжина струни, мм	Відстань від центрування до точки вимірів, м												
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
4	0,065	0,09	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	0,125	0,18	0,22	0,24	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	0,18	0,26	0,3	0,39	0,4	–	–	–	–	–	–	–	–
7	0,22	0,31	0,39	0,46	0,52	0,55	–	–	–	–	–	–	–
8	0,25	0,36	0,45	0,54	0,62	0,68	0,7	–	–	–	–	–	–
9	0,28	0,4	0,5	0,6	0,7	0,77	0,83	0,86	–	–	–	–	–
10	0,3	0,42	0,54	0,65	0,77	0,86	0,98	1,0	–	–	–	–	–
11	0,33	0,46	0,59	0,71	0,83	0,94	1,03	1,09	1,14	1,16	–	–	–
12	0,35	0,5	0,61	0,76	0,9	1,02	1,12	1,2	1,27	1,29	1,32	–	–
13	0,38	0,54	0,69	0,82	0,96	1,09	1,19	1,36	1,42	1,45	1,46	–	–
14	0,41	0,58	0,74	0,9	1,05	1,17	1,28	1,37	1,45	1,52	1,57	1,6	1,6
15	0,44	0,63	0,8	0,95	1,1	1,24	1,35	1,44	1,53	1,6	1,65	1,7	1,7

Таблиця 5.2

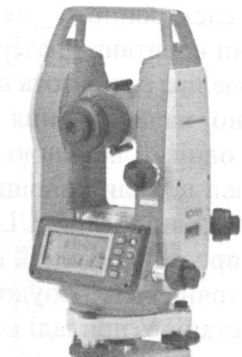
Діаметр струн, мм	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
Маса тягара, кг	6,95	9,45	12,35	15,62	19,29

Електронні теодоліти (рис. 5.5, б) забезпечені вмонтованими обчислювальними засобами і запам'ятовуючими пристроями, які забезпечують регістрацію і збереження результатів вимірів для подальшого їх оброблення на ЕОМ. При використанні таких теодолітів оброблення отриманних результатів здійснюється більш ефективно. Вони оснащені двостороннім дисплеєм, мають функції підсвітлення і обнулення горизонтального круга, а також функцію «затримання» результатів. Окремі теодоліти мають конструкцію, яка дозволяє установлювати електронні дальноміри на стояк геодезичного приладу, що надає можливість приладу отримати функції простого тахеометра (комбінований прилад). Нівеліри призначаються для геометричного

нівелірування тобто для визначення різниці висот між декількома точками. Ще це називається перевищенням між точками. Поділяються вони на оптичні, електронні, лазерні, цифрові. Основними частинами оптичного нівеліра є: зорова труба для спостереження (візирування), її вісь називається візирною віссю; круглий циліндричний рівень (слугує для установлення приладу в горизонтальне положення); підставка (трегер) (призначається для установлення приладу на штатив, а також для приведення в горизонтальне положення за допомогою підйомних гвинтів трегера).



а



б

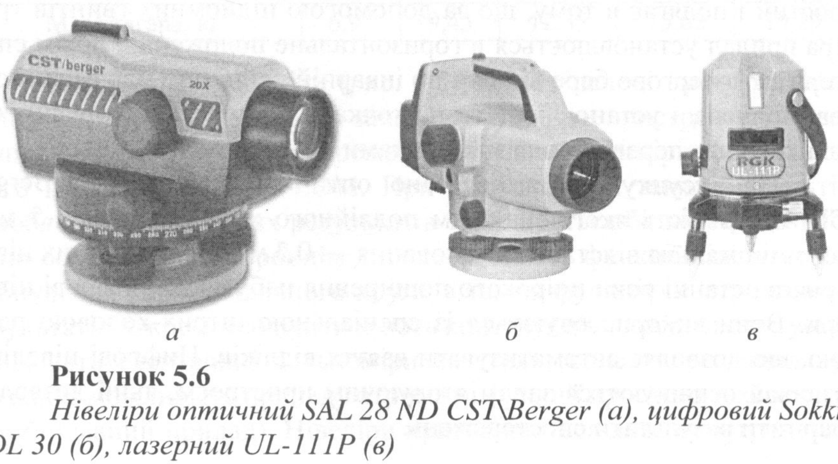
Рисунок 5.5

Оптичний (а) і електронний (б) теодоліти

Принцип вимірювання різниці висот перевищення достатньо простий і полягає в тому, що за допомогою підйомних гвинтів трегера прилад установлюється в горизонтальне положення, потім спостерігач почергово бере відліки по інварній рейці, що має сантиметрові поділки, і установлюється на точках спостереження, різниця у відліках і дає перевищення між точками спостереження.

На рисунку 5.6, а показано оптичний нівелір CST\Berger (США), точність якого (на 1 км подвійного ходу) складає 1,5 мм. Його мінімальна відстань вимірювання — 0,3 м. Крім оптичних нівелірів, в останні роки широкого поширення набувають цифрові нівеліри. Вони використовуються із спеціальною штрих-кодовою рейкою, що дозволяє автоматизувати взяття відліків. Цифрові нівеліри зазвичай оснащуються запам'ятовуючим пристроєм, який дозволяє зберігати результати спостережень.

На рис. 5.6, б показано цифровий нівелір фірми Sokkia SDL 30. Нівелір оснащено пристроєм зарядового зв'язку для взяття відліку по штрих-коду. Це усуває можливість неправильного відліку і помилок спостерігача. При цьому технічні особливості нівеліра дозволяють виконувати вимірювання і по звичайній рейці,що значно розширює можливості використання цифрового нівеліра. Точність вимірювання перевищень (на 1 км подвійного ходу) складає 1,0 мм, а точність вимірювання відстаней — 10–20 мм в залежності від відстані. Дисплей — ЖК графічний, 128×32 точок. Лазерні нівеліри являють собою електронно — механічні прилади, в яких використовується принцип обертання лазерного проміня. Основним позитивом лазерного нівеліра є простота в роботі, що не вимагає спеціальних навичок стосовно налагодження приладу, і можливість виконання робіт тільки однією людиною. Багато моделей мають також можливість побудови похилих площин і прямовисних ліній. На рис.5.6 в, показано лазерний нівелір UL-111P компанії RGK, який здатний проецювати у просторі по одній вертикальній і горизонтальній площині, при цьому точність їх побудови не перевищує 0,2 мм на один метр робочої відстані. У приладі є компенсатор, який забезпечує автоматичне вимірювання рівня в діапазоні до 3°. Функція автоматичного вимикання при розгоризонтовкі інструменту дозволяє уникнути помилок побудови рівня. У стандартній комплектації дальність видимості складає 20 м, а при використанні спеціального приймача лазерного вимірювання вона може досягати 30–50 м. Нівелір оснащено лазерним виском, що полегшує перенесення точки зі стелі на підлогу.

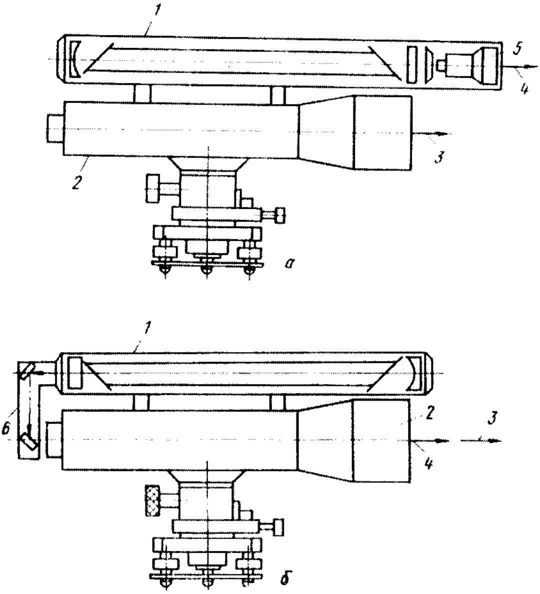


а *б* *в*

Рисунок 5.6

Нівеліри оптичний SAL 28 ND CST\Berger (а), цифровий Sokkia SDL 30 (б), лазерний UL-111P (в)

У практиці монтажу металургійного обладнання поширення набули лазерні прилади,що створені на базі звичайних геодезичних інструментів,на які у вигляді насадки установлено лазерний випромінювач. При цьому вісь лазерного променю або паралельна осі зорової труби (рис. 5.7, а), або ж суміщена з нею (рис.5.7, б). В останньому випадку застосовують систему призм і дзеркал.



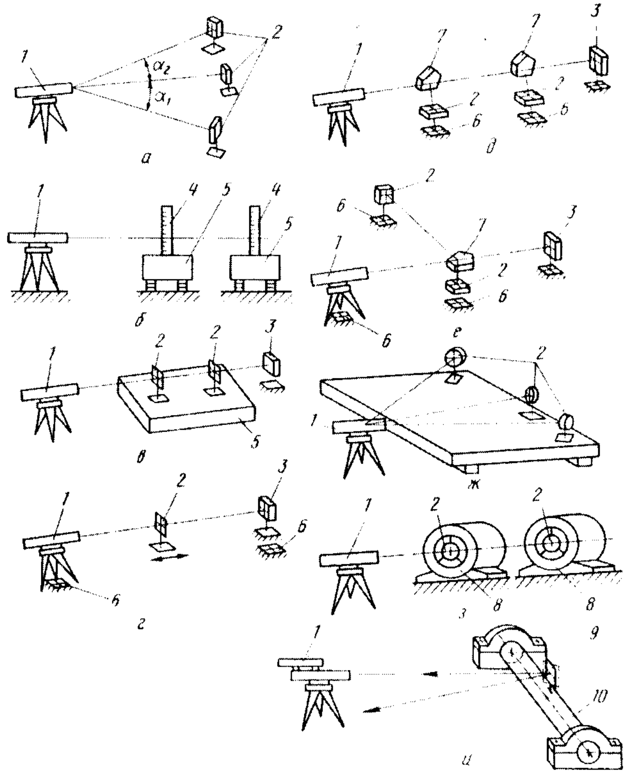
а — насадка з променем, що паралельній візирній осі; б — насадка з променем, що суміщений з візирною віссю; 1 — лазерний випромінювач; 2 — зорова труба; 3 — візирна вісь; 4 — лазерний промінь; 5 — коллиматор; 6 — система призм і дзеркал

Рисунок 5.7

Лазерні насадки до геодезичних приладів

Найбільш поширені схеми застосування лазерного методу вивірення обладнання приведені на рис. 5.8 [24].

Поряд з оптикогеодезичними і лазерними приладами застосовуються електронні тахеометри, основними функціями яких є визначення координат, винесення в натуру координат, ліній і дуг, засікання визначення висоти недоступного об'єкта, визначення площі і.т.д. Найбільшого поширення набули тахеометри марки: Topcon, Sokkia, Trimbie , Pentax, Leica, Nikon.



а — установлення горизонтальності; б — вивірення елементів обладнання за висотою, за допомогою рейки; в — вивірення обладнання за висотою за допомогою контрольного фотоприймача (марки); г — установлення базової осі; д — розкладання і закріплення осей; е — розкладання осі, що перпендикулярна іншій осі; ж — контроль площинності; з — контроль соосності отворів підшипників; и — контроль перпендикулярності вала до заданої осі; 1 — лазерний випромінювач; 2 — робоча пересувна марка (фотоприймач); 3 — контрольна стаціонарна марка; 4 — рейка; 5 — елементи вивірення; 6 — геодезичний знак; 7 — пентапризма для змінення напряму променю; 8 — корпуси підшипників; 9 — дзеркало; 10 — вал;

Рисунок 5.8

Схеми застосування лазерного методу вивірення обладнання

Електронні тахеометри можуть працювати як у відбивному режимі (спостерігач здійснює виміри на спеціальні пристрої — відбивачі, призми, відбивні марки), так і у безвідбивному режимі (спостереження здійснюються безпосередньо на об’єкт спостереження).

Існують також роботизовані тахеометри, за допомогою яких спостереження може вести одна людина. Ці прилади за заданою програмою самі знаходять положення відбивачів і здійснюють вимірювання. На рис. 5.9 показано тахеометр R-425N від компанії Pentax, що призначений для геодезичних вимірів високої точності.

Новий потужний дальномір LR (Lond Range) дозволяє виконувати вимірювання у безвідбивному режимі до 550 м. Застосування системи тришвидкісного автофокуса дозволяє одним натисканням кнопки сфокусувати оптичну систему приладу на об'єкт. Прилад має вмонтоване програмне забезпечення Power Topolite і велику внутрішню пам'ять (60 000 точок).



Рисунок 5.9
Безвідбивний тахеометр R-425 N PENTAX

Практичне застосування струйного, оптикогеодезичного і лазерного методів висвітлено у шостому розділі.

Розділ 6
Складання та монтаж типових вузлів і елементів

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Надійна робота обладнання у значній мірі залежить, перш за все, від якості їх складання.

Складання являє собою сукупність операцій зі з'єднання, координування і закріплення у певній послідовності остаточно оброблених деталей і вузлів для отримання монтажного елемента, що відповідає складальному кресленню.

Деталі і вузли, з яких розпочинається складання, прийнято називати базовими. У процесі складання до базової деталі у певній послідовності, що визначається технологічною картою чи умовами складання, приєднують інші підготовлені елементи. Складання, як правило, здійснюється на машинобудівних підприємствах чи у майстернях і ремонтно-механічних цехах металургійних заводів.

Монтаж являє собою комплекс робіт зі складання, установлення на фундамент чи в інше проектне положення (наприклад, установлення мостових кранів), вивірення, випробовування і пуску обладнання.

Як і при складанні, так і при монтажу можуть виконуватися одинакові операції, наприклад, з'єднання напівмуфт валів електродвигуна і редуктора, складання підшипникових вузлів і т.п. Проте належить урахувати, що умови і засоби, що застосовуються для виконання цих операцій, відрізняються, оскільки у першому випадку вони виконуються у складальних чи ремонтних цехах, а в другому це відбувається на місці установлення у проектне положення чи на монтажному майданчику. Тому в одних випадках ці операції відносяться до складання, а другі — до монтажу.

На відміну від монтажу при складанні об'єкт установлюють не на проектне місце, а на тимчасову основу (помісти, кліті, шпали, стенди і т. інше), що має забезпечувати стійкість, зручність виконання робіт і не рідко можливість випробування. Через значний обсяг припасувальних робіт трудомісткість складання обладнання може досягати 40% від трудомісткості їх виготовлення.

На практиці часто трапляються випадки, коли похибки взаємного розташування поверхонь деталей у процесі їх виготовлення перевищують допустимі межі, що потребує додаткового обладнання (припасування) деталей і складальних одиниць під час складання.

Припасування (пригонка) являє собою ручне чи механічне оброблення у процесі складання поєднуваних поверхонь деталей для отримання необхідної точності сполучення. Розрізняють наступні види припасувальних робіт: обпилювання, зачищення, свердлення отворів по місцю і нарізання різьб, розгортання отворів, притирання, шліфування, полірування, шабрення, підторцювання, різання, рублення, зняття фасок під зварювання, гнуття і т.д.

2. УСТАНОВНІ БАЗИ

Для правильного (тобто, за проектом) установлення обладнання на його основі мають бути вибрані, так звані, «установні бази»: точки, лінії чи поверхні, які необхідні для точного установлення об'єкта монтажу згідно з монтажними осями і відмітками геодезичного обґрунтування монтажу. При цьому дуже важливо, щоб установні бази співпадали з базами, що використовуються на машинобудівних підприємствах при виготовленні обладнання, установлення деталей на верстатах і складанні на заводських стендах.

Правильний вибір установної бази визначає не тільки технологію монтажу і точність установлення у проектне положення, але й значно зменшує обсяг робіт при припасуванні.

Монтаж будь-якого обладнання розпочинають з установлення його основи. Ясна річ, що установні бази мають бути елементами цієї основи і не можуть бути елементами деталей, що безпосередньо не пов'язані з фундаментом чи іншими опорними елементами. Наприклад, у робочої кліті прокатного стана за установну базу приймають верхні площини плитовин, а не вікна станин, хоча паралельність і вертикальність площин вікон визначає нормальну роботу робочої кліті [18].

На базовій поверхні для установлення обладнання не повинно бути прогинів і вигинань, що визначається контрольною лінійкою, яка має щільно до неї прилягати. Допускаються лише місцеві відхилення, величина яких не повинна перевищувати допустимі відхилення на оброблення поверхні, що передбачається кресленням. Від-

хилення базової поверхні від горизонтальності і вертикальності не повинне перевищувати нахилу, що вказаний на кресленні.

Основами обладнання є станини, рами, нижні частини корпусів і інше, які відливають із чавуну і сталі, виготовляють зварними і клепаними. Після виготовлення (а то й при ньому) під час транспортування чи вантажно-розвантажувальних робіт утворюються пошкодження у вигляді коробления, втрати прямолінійності і площинності. При установленні на фундамент ці дефекти усувають за допомогою анкерних болтів, підкладок і клинів із рихтуванням основи для надання базовим поверхням горизонтального положення.

Внаслідок неточного виготовлення поверхні фундаментів основи обладнання установлюють на фундаменти не безпосередньо, а через проміжні елементи у вигляді різних видів підкладок.

3. СПОСОБИ УСТАНОВЛЕННЯ МАШИН НА ФУНДАМЕНТИ І РЕГУЛЮВАННЯ ЇХ ПОЛОЖЕННЯ ЗА ВИСОТОЮ

Розрізняють три способи установлення обладнання на фундаменти і регулювання його положення за допомогою підкладок. За призначенням підкладки поділяють на установні і регулювальні (рис. 6.1).

Перші слугують для наближеного установлення обладнання по висоті і поділяються на троє підгруп: цільні підкладки, що виготовляються литими із чавуну СЧ-0 чи СЧ-12 товщиною від 30 до 60 мм. і розмірами у плані від 400×300 до 300×100 мм.; цільні підкладки тих же розмірів, але товщиною від 5 до 20 мм. які виготовляються із листової сталі (переважно марки Ст 0), сталеві підкладки установлюють під важковагові машини, а також під обладнання, що працює з ударними навантаженнями, незалежно від їх маси; підкладки із відходів профільної сталі (їх установлюють під легковагове обладнання з діаметром болтів не більше 20 мм і під обладнання, що не сприймає динамічних навантажень).

Регулювальні підкладки поділяються на пласкі і клинові (рис. 6.1). Листові виготовляють із листової сталі товщиною від 5 до 0,5 мм. Вони слугують для остаточного регулювання висоти обладнання у процесі його установлення.

Розмір і число підкладок визначається розрахунком з урахуванням наступного: навантаження від підкладок на поверхні фундаменту складається із маси обладнання і зусиль, що виникають в анкерних болтах у наслідок їх затягнення, тобто

$$Q = G + G_1, \qquad (6.1)$$

де Q — сумарне навантаження на всі підкладки, Н;

G — вага машини, Н;

G_I — загальне зусилля від затягнення всіх анкерних болтів, Н.

Вага машини відома, а зусилля у болтах від затягнення визначається із наступних міркувань. При затягнутих анкерних болтах зусилля у них не повинне перевищувати границі утомленості металу і мати деякий запас, що визначається коефіцієнтом K (приймається К=1,5) [24].

Загальне зусилля визначається за формулою:

$$G_1 = \frac{\sigma f}{K} = \frac{\sigma f}{1{,}5} = 0{,}7 \cdot \sigma \cdot f, \qquad (6.2)$$

де σ — напруження границі утомленості, Н/м^2,

f — площа перерізу всіх анкерних болтів, м^2.

З іншого боку площа підкладок може бути визначена із співвідношення:

$$F = \frac{Q}{\sigma_{np}}, \qquad (6.3)$$

де F — площа підкладок, м^2,

σ_{np} — допустиме граничне напруження для бетону, Н/м^2.

Після підставлення у формулу (6.3) знайдені величини отримаємо новий вираз:

$$F = P + 0{,}7 \cdot \sigma \cdot f / \sigma_{np}. \qquad (6.4)$$

Якщо прийняти,що σ = 140 МПа, а $\sigma_{пр}$ = 10 МПа, то отримаємо

$$F = P + 0{,}7 \cdot \sigma \cdot f / \sigma_{np} = 0{,}1\sigma + 9{,}8 f.$$

У роботі [24] прийнято

$$F = 10 \cdot f.$$

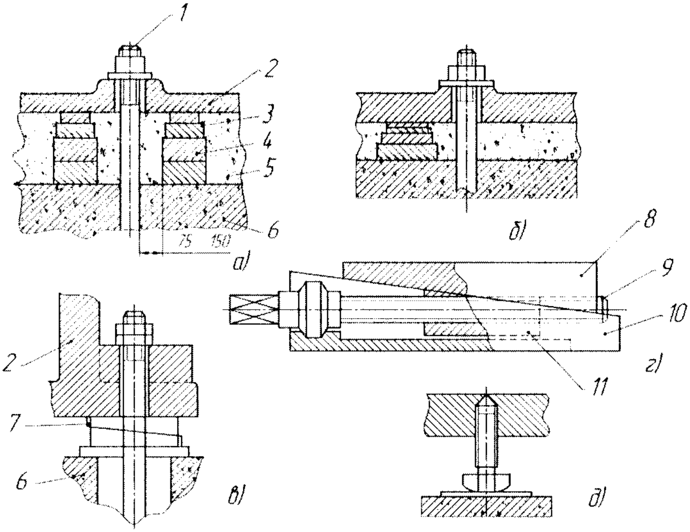
Навіть, як вказано у роботі [24], при ретельній підготовці фундаменту під підкладки площа їх прилягання не може бути прийнятою більше 50% площі самих підкладок. Тому тут остаточно прийнято для практичного застосування формулу

$$F = 20 \cdot f.$$

Місця розташування і число підкладок визначають з наступних міркувань. Підкладки належить установлювати з обох боків анкерного болта. Але бувають випадки, коли через конструкцію машини чи

фундаменту підкладки можна установити лише з одного боку. Підкладки у кутових болтів ставлять з внутрішньої сторони. При цьому висота зазору на підливання машини і, отже, висота пакетів підкладок повинні бути не менше 60 мм, оскільки у противному випадку підливання станин стає незручним і воно може бути виконано неякісно.

При монтажі високої точності застосовуються клинові підкладки з нахилом 1:20. Підйом чи опускання базової деталі виконують при цьому шляхом удару по торцям клинів. Для цієї мети застосовують регулювальні клинові підкладки — клинові домкрати (рис. 6.1, г).



а — підкладки з двох боків фундаментного болта; б — підкладки з одного боку болта; в — клинові підкладки; г — регулювальні клинові підкладки; д — відтискний гвинт; 1 — фундаментний болт; 2 — основа машини; 3 — регулювальні підкладки; 4 — установні підкладки; 5 — підливання бетонованим розчином; 6 — фундамент; 7 — клинові підкладки; 8 — верхня пластина; 9 — гвинт; 10 — нижня пластина; 11 — підкладка.

Рисунок 6.1

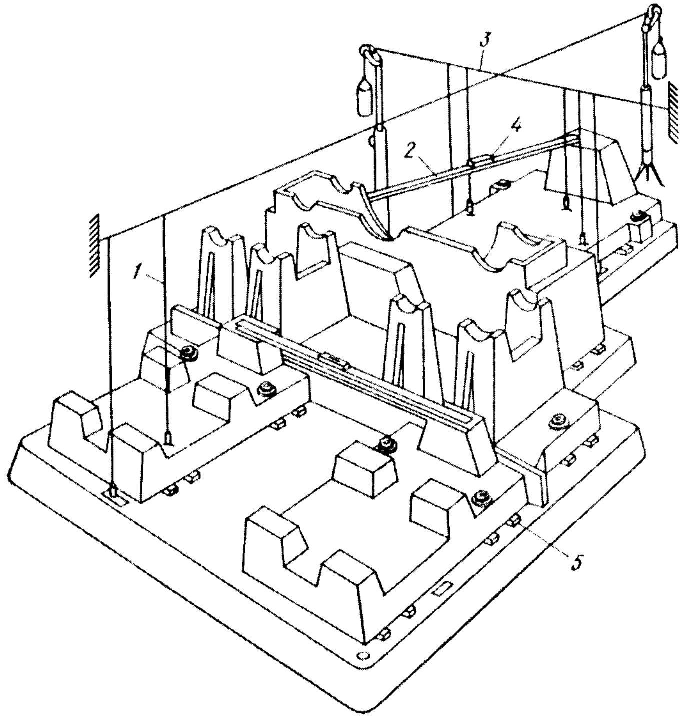
Установлення обладнання на підкладки

Поряд з підкладковим монтажем застосовується без підкладковий. При цьому використовуються еластичні пакети, установні гайки на гвинтах, інвентарні пристрої, домкрати з консольною опорою і інше. Технологія і засоби безпідкладкового монтажу добре висвітлені у роботі [26].

4. КОНТРОЛЬ ЗА БАЗУВАННЯМ КОНТРОЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Контроль базування здійснюється двома поширеними методами: струнним і оптико-геодезичним [26].

При традиційному струнному методі осі фундаменту у просторі позначають струнами діаметром 0,3–0,5 мм із сталі Ст3. На рис. 6.2 показана схема контролю станини скіпової лебідки доменної печі струнним методом. Цей метод дуже трудомісткий і має суттєві похибки, оскільки тут застосовують ручні виміри. Крім того струни можуть відхилятись від дії повітряних потоків і провисання за рахунок власної ваги. Тому на сьогодні перевагу віддають оптико-геодезичним методам.



1 — нитка виска; 2 — контрольна лінійка; 3 — струна; 4 — рівень; 5 — пакети підкладок

Рисунок 6.2

Контроль базування скіпової лебідки

Перевага оптико-геодезичного методу перед струнним полягає у тому, що замість струн і висків використовуються оптичні осі, які не піддаються впливу зовнішніх факторів і фіксуються високоточними оптичними приладами чи лазерною технікою.

На рис. 6.3 приведена схема контролю базування плитовин робочої кліті прокатного стана оптико-геодезичним методом [26].

Зокрема тут застосовуються двоє оптико-геодезичних приладів: теодоліт 1 і нівелір 7. При цьому використовуються закладені плашки 5, переносні візирні марки з мікрометричною голівкою і магнітним кріпленням 2, нівелірні рейки, стаціонарна світильна марка. Теодолітом контролюються горизонтальні осі, а нівеліром — висотні відмітки.

5. КРІПЛЕННЯ і ПІДЛИВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

Після установлення основи машин на фундамент і приведення його у відповідність з проектними осями і заданими висотними відмітками станину закріплюють на фундаменті за допомогою болтів.

Попереднє затягнення болтів здійснюють зразу ж після садіння основи на фундамент, а остаточне — після приведення її у проектне положення у просторі.

Попередньо гайки болтів затягують ключами, а остаточно — ключами із надставками із труб чи легким постукуванням молотка (кувалди) по рукоятці ключа.

При добре затягнутих гайках болтів пластина щупа товщиною 0,005 мм не повинна проходити ні в один стик між підкладками, а також у стики між гайкою, шайбою і корпусом машини на глибину більше 5 мм. Болт і пакет підкладок біля нього при ударах молотом не повинен деренчати, а звук має бути чітким і дзвінким.

Після затягнення болтів станину машини підливають бетоновою сумішшю (не пізніше ніж через 2–3 доби). Якщо в цей термін підливання не виконано,то перш, ніж розпочати його, повторно перевіряють положення станини по осям і відміткам. Нижня поверхня станини і поверхня фундаменту бетону мають бути очищеними, насіченими, промиті водою під тиском і продуті стисненим повітрям.

Підливання належить проводити лише з одного боку станини і таким чином, щоб підливний розчин вийшов з іншого боку. Це забезпечить вільний вихід повітря із підливного зазору і відверне утворення у ньому порожнин. Кращі результати досягаються при засто-

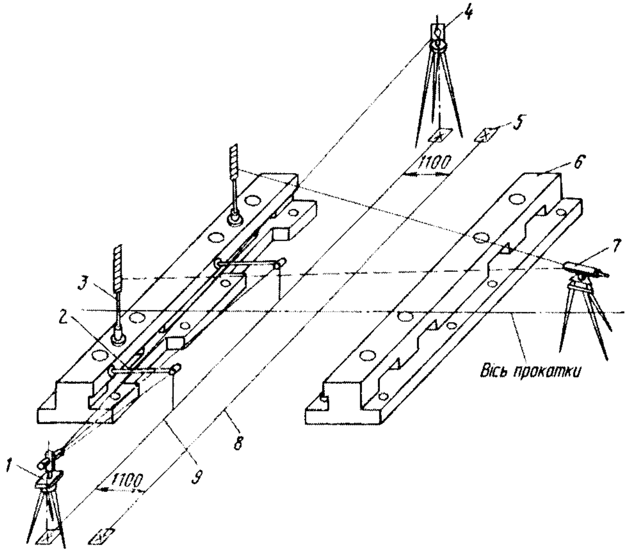
суванні вібраторів. Для підливання використовується суміш із швидкосхоплюючого цементу (1 — частина), піску (2–3 частини) і води. Сам процес підливання має відбуватись без перерв. Поверхню підливання на протязі двох — трьох діб після завершення робіт з установлення обладнання зволожують.

6. МОНТАЖ ДЕТАЛЕЙ З ГАРАНТОВАНИМ НАТЯГОМ

При з'єднанні деталей з гарантованим натягом використовуються посадки, що приведені у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 *Посадки що використовуються при з'єднанні деталей з гарантованим натягом*

Посадки	Застосування
$\frac{H6}{s5}$ $N_{cp} \approx 0{,}0005d$ $\frac{H6}{r5}$ $N_{cp} \approx 0{,}00025d$	У достатньо точних з'єднаннях без додаткового кріплення при неприпустимості значного коливання натягів. Найбільші натяги близькі до натягів посадок *H7/r6 і H7/p6.* Частіше використовується при посадженні втулок на валах електромашин.
$\frac{H7}{u6}$ $N_{cp} \approx 0{,}001d$	Застосовується без додаткових засобів кріплення. Сталеві кільця, дискові і тарілкові муфти на кінцях валів, зубчасті бронзові вінці на сталевих центрах, колеса залізничного транспорту на осях і т.п.
$\frac{H7}{r6}, \frac{H7}{s6}$ $N_{cp} \approx 0{,}0005d$	У з'єднанні припускається чавунна чи із твердої бронзи маточина при товщині стінки ≈ *0,5d* і довжині сполучення ≈ d. Втулки у отворах при важких, вібраційних (наприклад, зубчасті колеса коробок швидкостей токарних верстатів, бронзові вінці черв'ячних коліс на чавунних цапфах, зубчасті колеса на валах) режимах.
$\frac{H7}{p6}, \frac{H7}{s6}$ $N_{cp} \approx 0{,}00025d$	У сполученнях, у яких тонкостінні деталі чи слабкий матеріал не дозволяє застосувати великих натягів. Зубчасті колеса на валах редукторів, канатних барабанів і інших валах із кріпленням шпонкою. Для фіксації внутрішніх кілець під шипників.
$\frac{H8}{u8}, \frac{H8}{s7}$	Є проміжними посадками і можуть у деяких випадках заміняти посадки *H7/u6 і H7/s6.*
$\frac{H8}{x8}, \frac{H8}{u7}$	У сполуках, що допускають великі напруження матеріалів, і у сполуках, що піддаються змінним навантаженням, ударам і вібраціям.
N_{cp} — середній натяг	



1 — теодоліт; 2 — переносна візирна марка з мікрометричною голівкою і магнітним кріпленням; 3 — нівелірна рейка; 4 — стаціонарна світна марка; 5 — плашка; 6 — плитовина; 7 — нівелір; 8 — вісь кліті; 9 — допоміжна вісь

Рисунок 6.3

Схема вивірення плити робочої кліті прокатного стана

Міцність сполучення залежить від величини крутного момента $M_{кр}$ й осьового зусилля і визначається характером посадки. Монтажників, перш за все, цікавить величина осьового зусилля, яке необхідно прикласти для здійснення сполучення. Це зусилля залежить від геометричних параметрів сполучених поверхонь, тобто від їх площ контактування (чим більше площа, тим більше зусилля необхідно для виконання сполучення). Величина зусилля насадження також залежить від питомого тиску, що виникає на сполучених поверхнях, і коефіцієнта тертя. Загалом це зусилля визначається за формулою

$$P = \pi \cdot d \cdot L \cdot P \cdot f \text{ (Н)}, \qquad (6.5)$$

де d — діаметр сполучення, м;

L — довжина сполучення, м;

P — питомий тиск у сполученні (нормальний контактний тиск), Па;

f — коефіцієнт тертя.

При навантаженні вісьовою силою Р з урахуванням коефіцієнта запасу зчеплення k = 1,5…3

$$P = \frac{F \cdot k}{\pi \cdot d^2 \cdot L \cdot f}.$$

При навантаженні крутним моментом $M_{кр}$

$$P = \frac{2M_{kp} \cdot k}{\pi \cdot d_2 \cdot L \cdot f} \text{ чи } P = \frac{2M_{kp} \cdot k}{\pi \cdot d_2 \cdot L \cdot f} \sqrt{\left(\frac{2 \cdot M_{kp}}{d} \right)^2 + P^2}. \qquad (6.6)$$

Із теорії розрахунків товстостінних циліндрів (рішення Ляме) відомо, що

$$P = \frac{N_P}{d\left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}, \qquad (6.7)$$

де N_P — розрахунковий натяг;

d — номінальний діаметр сполучення;

$$C_1 = \frac{d^2 + d_1^2}{d^2 - d_1^2} - \mu_1; \; C_2 = \frac{D^2 + d^2}{D^2 - d^2} + \mu_2,$$

де d_1 — внутрішній діаметр деталі, що охоплюється;

D — зовнішній діаметр деталі, що охоплює;

μ_1, μ_2 — коефіцієнт Пуассона.

Після визначення розрахункового N_D визначають необхідний натяг з урахуванням того, що вершини мікронерівностей при сполученні обтискуються

$$N_H = N_D + 1{,}2\left(R_{Z_1} + R_{Z_2} \right), \qquad (6.8)$$

де R_{Z_1}, R_{Z_2} — середні височини мікронерівності сполучень.

Зазвичай параметр R_Z призначають у межах 1,6–10 мкм.

Якщо вимірюють діаметри вала і отвору для визначення тиску і несної властивості з'єднання, то розраховують натяг

$$N_H = N_{ВИМ} - 1{,}2(R_{z1} + R_{z2}), \qquad (6.9)$$

де $N_{ВИМ} = d - D$ — виміряний натяг;

d — розмір вала (діаметр);

D — розмір отвору (діаметр).

Якщо фактичні діаметри невідомі, то можна використати імовірний розрахунок для вибору посадки. При законі нормального розподілення

$$N_{P_{\min}} = N_{CP} - t^*,$$

де $N_{CP} = d_{CP} - D_{CP}$ — середнє значення у межах поля допуску сполучення;

$\sigma_\delta = \sqrt{T_D^2 + T_d^2}$ — середньоквадратичне відхилення табличного натягу;

$$T_d = es - ei,\ T_D = ES - EI;$$

es (ES) і ei (EI) — верхні і нижні відхилення діаметрів вала і отвору;

t^* — квентиль нормального розподілення, який відповідає заданій імовірності знаходження шуканого параметра (табличне значення).

Відношення між P і t^* наступне:

P	0,5	0,9	0,95	0,97	0,99	0,995	0,997	0,999
t^*	0	1,28	1,64	1,88	2,33	2,58	2,75	3,1

Приклад розрахунку: Підібрати посадку вінця черв'ячного колеса на маточину. Діаметр сполучення d = 200 мм; діаметр западин вінця D = 230 мм; діаметр отвору у центрі колеса d_l = 60 мм; матеріал колеса СЧ15, матеріал вінця Бр АЖ — 9–4; момент, що передається вінцем $M_{кр}$ = 0,42 КН; осьова складова зусилля у зачепленні $P_{оз}$ = 2,1 КН; довжина маточини L = 40 мм.

За формулою (6.6) визначаємо питомий тиск

$$P = \frac{2}{0{,}5 \cdot 3{,}14 \cdot 200 \cdot 40}\sqrt{\left(\frac{2 \cdot 42}{200}\right)^2 + 200^2} = 0{,}336\frac{H}{м^2} = 3{,}36 МПа$$

Для подальшого розрахунку із довідкових таблиць приймаємо:

$$N_{P\min} = P \cdot d\left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}\right) = 0{,}336 \cdot 200\left(\frac{0{,}95}{1{,}2 \cdot 10^4} + \frac{7{,}48}{10^5}\right) =$$

$$= 0{,}055 мм = 55{,}58 мкм$$

$$C_1\ \frac{200^2 + 60^2}{200^2 - 60^2} - 0{,}25 = 0{,}95;\ C_1\ \frac{230^2 + 200^2}{230^2 - 200^2} + 0{,}33 = 7{,}48$$

$$\mu_1 = 0{,}25;\ \mu_2 = 0{,}33;\ E_1 = 1{,}2 \cdot 10^4\ МПа;\ E_2 = 1 \cdot 10^5\ МПа.$$

Необхідний мінімальний натяг визначаємо за формулою (6.9)

$$\mathrm{N}_{H\min} = N_{P\min} - 1{,}2(10 + 10) = 79{,}6 мкм$$

Максимальний розрахунковий натяг

$$N_{P\max} = 0{,}5 \cdot \sigma_{0,2} \cdot d\left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}\right)\left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right),$$

$$N_{P\max} = 0{,}5 \cdot 200 \cdot 10^6 \cdot 0{,}2\left(\frac{0{,}95}{1{,}2 \cdot 10^4} + \frac{7{,}48}{1 \cdot 10^5}\right)\left(1 - \frac{0{,}2^2}{0{,}23^2}\right) = 397\,мкм$$

Максимальний необхідний натяг з урахуванням середніх мікронерівностей визначаємо за формулою (6.8)

$$N_{H\max} = 397 + 1{,}2(10 + 10) = 421\,мкм.$$

Призначаємо посадку із умови, що мінімальний (табличний) натяг буде $N_{\min} \geq N_{H_{P\min}}$, а максимальний (табличний) $N_{\max} \geq N_{np_{\max}}$.

Тобто $N_{\min} \geq 79{,}6$мкм, а $N_{\max} \geq 421$мкм.

При посадці ∅ 200 *H7/t6*

$N_{\min} = 166 - 72 = 94 > 79{,}6$мкм, $N_{\max} = 195 - 0 = 195 < 421$мкм.

При посадці ∅ 200 *H7/u6*

$N_{\min} = 286 - 46 = 190 > 79{,}6$мкм, $N_{\max} = 282 - 0 = 282 < 421$мкм.

Приймають найбільш дешеву посадку при виготовленні обладнання.

Якщо ж величина натягу оговорюється у документації на складальні роботи і з'єднання виготовлено без відхилень від державних стандартів, то залишається лише визначити зусилля натягу, щоб за його величиною визначитись із методами і засобами для виконання з'єднання.

Це можна зробити за формулою (6.5). Але спочатку належить визначити питомий тиск у сполученні за формулою:

$$P = \frac{N_o}{d\left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}\right)}, \tag{6.10}$$

де N_o — оговорений натяг.

У таблиці 6.1 для окремих посадок наведено середні натяги. Зокрема для посадки *H7/u6*, що розглядалась у вищенаведеному прикладі, середній допуск складає $N_{cp} = 0{,}001d$.

Середній натяг у прикладі складає

$$N_{CP} = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} = \frac{282 + 190}{2} = 236\,мкм.$$

При табличному значенні середній натяг складає 0,001d, тобто

$$N_{CP} = 0{,}001 \cdot d = 0{,}001 \cdot 200 = 0{,}2\text{мм} = 200\text{мкм}.$$

Таким чином, табличний і розрахунковий середній натяги співпадають. Отже при визначенні питомого тиску можна скориста-тись формулою (6.10). а для зручності розрахунків виразити середній натяг через співвідношення з діаметром сполучення.

Для відповідальних сполучень застосовується нагрівання і охолодження деталей з'єднання. Нагріваються втулки, а охолоджу-ються вали. При з'єднанні нагрівом температуру втулки визначають за формулою [24]

$$T_D = \frac{(d - D)}{\alpha_D} \cdot D,$$

де d — діаметр вала, мм;

D — діаметр втулки, мм;

α_D — коефіцієнт лінійного розширення втулки.

Отримане значення T_D додають до початкової температури втулки і збільшують на 15–30% з урахуванням її охолодження при перенесенні і виконанні з'єднання. Нагрів здійснюють у газовому чи рідинному середовищі (у машинному чи при високій температурі у касторовому маслі).

При охолодженні вала температуру виражають за формулою [24]:

$$t_d = \frac{(d - D + S_{\min})}{(\alpha_d \cdot d)},$$

де $S_{\min}$ — найменша величина зазору, при якому забезпечується вільне з'єднання деталей сполучень;

α_d — коефіцієнт лінійного розширення вала.

У роботі [18] температуру нагрівання рекомендується визна-чати за формулою:

$$T_D = \frac{N_{\max} + S_{\min}}{\alpha_D \cdot D} + t_0 °\text{C},$$

де $N_{\max}$ — найбільший натяг з'єднання, мм;

$S_{\min}$ — мінімально необхідний складальний зазор, мм;

α_D — коефіцієнт лінійного розширення при нагріванні (для ста-лей $\alpha = 0{,}000011$, для чавуну $\alpha = 0{,}00001$);

t_0 — початкова температура деталі.

Максимальна температура нагрівання деталі по можливості не повинна перевищувати 350 °C.

7. МОНТАЖ НАРІЗНИХ З'ЄДНАНЬ

Основними деталями для нарізних з'єднань є болти, гвинти, шпильки, гайки. У машинобудуванні найбільш поширена метрична кріпильна нарізка з кутом профілю 60°. При виконанні монтажних робіт переважно застосовуються болтові з'єднання нормальної і підвищеної точності, що отримали ще найменування «чорнових» і «чистових».

Сфера застосування цих з'єднань визначається характером дії зовнішніх навантажень на з'єднання, які можуть бути осьовими (направлені повздовж осі гвинта і намагаються розкрити стик деталей), поперечними (намагаються зрушити поверхні з'єднання у поперечному напрямі), комбінованими (діють різнонаправлені сили на з'єднання).

«Чорнові» болти використовуються майже в усіх випадках, а «чистові» — переважно при поперечних і частково при комбінованих навантаженнях. При «чорнових» болтах між поверхнями болтів існує зазор і робоче навантаження урівноважується силами тертя на стиках деталей. Болти мають бути затягнуті такою силою затягнення $P_{зат}$, при якій сила тертя на стику забезпечує із заданим запасом відсутність зрушення деталей. Такі болти розраховуються лише на розрив. Якщо ж це гвинти, то вони розтягуються вісьовою силою і скручуються моментом під час затягнення. Їх розрахунки виконують за четвертою теорією міцності.

«Чистові» болти використовуються переважно при навантаженні з'єднання поперечною силою. У цьому випадку вони установлюються у отвори без зазорів. Таке з'єднання не затягують. Болт тут працює лише на зріз і розраховується із умови міцності на зріз.

Таким чином, якщо при установлені «чистових» болтів, що сприймають поперечні навантаження, не виникає ніяких проблем, то при використанні «чорнових», що сприймають осьове чи поперечне навантаження, виникають певні ускладнення, які пов'язані із визначенням і контролем зусилля затягування. Адже часто на практиці трапляються випадки, коли через неправильне затягнення болти ма-

лих діаметрів розриваються (гвинти частіше скручуються), а болти великих діаметрів залишаються послабленими.

Із практики відомо, що при вільному затягуванні крутний момент складає лише 1% від максимального моменту затягнення з'єднання. Приблизно 80% енергії, що витрачається на весь процес загвинчування, йде на подолання сил тертя і біля 20% — на затягнення.

Попереднє затягування нарізних з'єднань має велике значення для підвищення надійності вузлів і машин в цілому і має бути таким, щоб пружні деформації деталей з'єднання при установленій роботі обладнання не перевищували певних меж, які залежать від конструкції сполучення.

При розгляді процесу затягнення необхідно визначити деформацію розтягнення болта і стиснення деталей. Це можна зробити із використанням закону Гука. Згідно з цим законом можна записати, що

$$\Delta L_{\delta} = P_{ЗАТ} \cdot L / E_{\delta} \cdot S_{\delta}, \tag{6.11}$$

$$\Delta L_{d} = P_{ЗАТ} \cdot L / E_{d} \cdot S_{d}, \tag{6.12}$$

де ΔL_{δ} — подовження (деформація) болта;

ΔL_{d} — загальне стиснення деталей сполучення;

$P_{ЗАТ}$ — зусилля затягнення;

L — вихідна довжина з'єднання, що деформується;

E_{δ}, E_{d} — модулі пружності матеріалу болта і деталі;

S_{δ} ,S_{d} — перерізи болта і деталі, що деформуються.

Із формул (6.11) і (6.12) виходить, що відношення деформації болта і деталі можна записати у вигляді

$$\frac{\Delta L_{\delta}}{\Delta L_{d}} = \frac{E_{d} S_{d}}{E_{d} S_{d}}.$$

В момент часу, коли на з'єднання розпочне діяти поздовж осі болта робоче зусилля Р, болт подовжиться на δ і на цю ж величину зменшиться деформація деталей, а сила тиску болта на деталь зменшиться до величини $P_{зат} - \Delta P$. Дія цієї різниці і має забезпечити нерозкриття стику.

Оскільки для болта $\delta = (P - \Delta P) L / E_{\delta} S_{\delta}$, а для деталі $\delta = \Delta P \, L / E_{\delta} S_{\delta}$, то отримаємо

$$\Delta P = P / \left(1 + E_{\delta} S_{\delta} / E_{d} S_{d}\right). \tag{6.13}$$

Під час роботи на з'єднання діє сила $P_{зат} - \Delta P$, що ущільнює стик. Якщо попереднє затягування виявиться більшим за ΔP, то у стику між деталями з'єднання не виникне зазор. Отже вираз $P_{зат} > \Delta P$ є умовою нерозкриття стику.

Рівність $P_{зат} = \Delta P$ визначає величину мінімально необхідного затягнення. Зменшення попереднього затягнення до величини $P_{зат} < P$ призводить до розкриття стику, після чого зовнішнє навантаження повністю передається на болт. При появі зазору після розкриття стику виникають додаткові динамічні навантаження, що суттєво знижують надійність з'єднання. Тому правильно вибрана величина попереднього затягнення виконує визначальну функцію стосовно надійності нарізних з'єднань.

Для визначення величини зусилля попереднього затягнення позначимо

$$P_{зат} - \Delta P = kP, \tag{6.14}$$

де $k = 0{,}75 - 1{,}0$ — коефіцієнт, який залежить від конструктивних особливостей з'єднання.

Після розв'язання рівняння (6.14) відносимо $P_{зат}$ і підставлення значення ΔP із (6.13) отримаємо, що

$$P_{зат} = P\left[k + 1/\left(1 + E_\delta S_\delta / E_d S_d\right)\right].$$

При загвинчуванні гайки момент $M_{зат}$, що прикладається до неї, витрачається на подолання тертя торця гайки $M_{ТРоп}$ об нерухому поверхню і тертя у нарізці $M_{ТРн}$, тобто

$$M_{ЗАТ} = M_{ТРоп} + M_{ТРн};$$

$$M_{ТРоп} = \frac{1}{3} f\left[\left(D^3 - d_1^3\right)/\left(D^2 - d_1^2\right)\right] \cdot P_{зат},$$

де f — коефіцієнт тертя на торці гайки;

D — зовнішній діаметр опорної поверхні гайки;

d_1 — діаметр отвору у шайбі чи верхній деталі;

$P_{зат}$ — зусилля затягнення, що діє по осі болта.

Крутний момент, що діє при затягненні гайки на болт внаслідок тертя контактуючих витків, можна визначити за формулою [26]

$$M_{ТР.Н} = P_{зат} \frac{tg\alpha + f}{1 - f \cdot tg\alpha} \cdot \frac{d_{CP}}{2},$$

де α — кут підйому нарізки;

$f = tg\,\rho$ — коефіцієнт тертя;

ρ — кут тертя;

d_{cp} — середній діаметр різьби.

При затягненні з'єднання звичайним ключем момент затягнення на рукоятці ключа можна визначити за звичайною формулою

$$M_{ЗАТ} = P_{зат} \cdot L_{КЛ},$$

де $P_{зат}$ — зусилля, що необхідне для затягнення;

$L_{КЛ}$ — плече ключа.

Затягнення має бути контрольованим. Адже, як показала практика, болти і шпильки діаметром менше 14 мм при безконтрольованому затягненні часто перевантажуються і розриваються чи скручуються, а діаметром понад 14 мм залишаються недотягнутими.

При нормальному затягненні напруження у болті, шпильці чи гвинті має бути від границі текучості σ_T у такій залежності: для вуглецевих сталей $\sigma_{зат} = (0{,}6\ldots0{,}7)\sigma_m$, а для легованих — $(0{,}5\ldots0{,}6)\sigma_m$.

Для контролю і обмеження моменту затягнення використовують різні способи, серед яких більш поширеними є наступні: затягнення спеціальними ключами; поворот гайки на певний кут; виміри напруження ультразвуком; виміри подовження болта чи шпильки.

Серед них найбільш простим і доступним є поворот гайки на певний кут.

Кут повороту гайки в залежності від необхідного зусилля затягнення $P_{зат}$ можна визначити за формулою [26]

$$\varphi = 2\pi P_{зат} \cdot L\left[\left(\frac{1}{E_\delta} \cdot S_\delta\right) + \left(\frac{1}{E_d} \cdot S_d\right)\right] \cdot t,$$

де t — крок нарізки.

Інші позначення ті ж, що і у формулах (6.11) і (6.12).

Практикою доведено, що натяг болтів поворотом гайки на кут 180° є універсальним для болтів всіх класів міцності. а попередня прогонка нарізки дозволяє застосувати одностадійну технологію попереднього затягнення болтів поворотом гайки на 180° для болтів класу 1550 МПа із сталі 30Х2НМФ,класу 1100 МПа із сталі 40Х і звичайних [26].

Для затягнення нарізних з'єднань застосовують ручний інструмент і ручні машини. Установлено, що діапазон крутних моментів при виконанні монтажу перебуває у межах 30–8000 Н·м.

Гайкові ключі виготовляються з відкритим зівом і глухі, прямі, зігнуті, колінчасті, шарнірні, шліцьові, торцеві, тріскачні, граничні,

динамометричні. Всі ключі розраховані на максимальній крутний момент 200 Н·м. Виготовляються також ключі — мультиплікатори, які здатні збільшити крутний момент в 12–40 разів. Такі ключі застосовують для нарізок від 22 до 100 мм.

Ручні машини поділяються на гайковерти, шпильковерти і муфтоверти. Гайковерти бувають електричними, пневматичними і гідравлічними. За принципом дії вони поділяються на безударні (статичної дії) і на ударні (ударно-обертальної дії) (див.розділ 3).

Важливим моментом при монтажі нарізних з'єднань є запобігання самовідгвинчуванню гайок. Ця дія називається стопорінням. У кріпильних нарізках забезпечується умовне самогальмування, оскільки кут підйому гвинтової лінії нарізки значно менший за приведений кут тертя. Перешкоджає самовідгвинчуванню також сила тертя на опорних поверхнях гайок і голівок гвинтів. Проте при змінних, ударних навантаженнях самогальмування знижується і стає можливим самовідгвинчування з'єднання, що не допустимо під час експлуатації.

Для попередження самовідгвинчування застосовують стопорні пристрої: контргайки (рис. 6.4, а), пружинні шайби (рис. 6.4, б), шплінти (рис. 6.4, в), стопорні шайби (рис. 6.4, г), стопоріння дротом (рис. 6.4, д).

При використанні контргайок необхідно захоплювати ключем остаточно затягнуту гайку, а іншим ключем повертати контргайку на одну чи дві грані після доторку її до основної гайки. Завдяки цьому під дією контргайки відбувається часткове зім'яття нарізки, що і заблокує самовідгвинчування основної гайки.

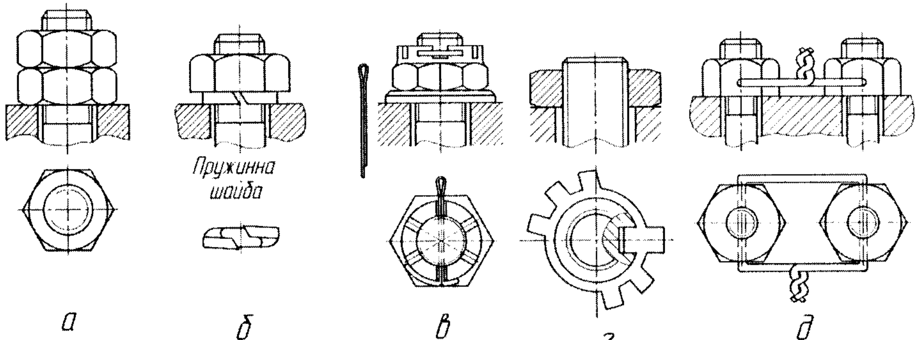


Рисунок 6.4 *Стопорні пристрої нарізних* з'єднань.

8. МОНТАЖ ШПОНКОВИХ і ШЛІЦЕВИХ З'ЄДНАНЬ

За допомогою шпонок з'єднують з валами зубчасті колеса, муфти, шківи і інші деталі, що обертаються разом з ними. Найбільш поширеними є призматичні, сегментні, клинові і тангенціальні шпонки (рис.6.5).

Призматичні шпонки передають зусилля через бокові грані. Зазор між верхньою гранню поставленої шпонки і основою пазу у маточині приймають в залежності від діаметра вала від 0,3 до 0,5 мм. Менший розмір приймають для валів діаметром від 25 до 90 мм, а більший — для валів вище 90 мм.

Для садіння деталі на вал призматичну шпонку, що виготовлена куванням, підганяють до пазу вала так, щоб було забезпечено зазор, а бокові грані шпонки входили у паз з певною посадкою. Висоту призматичних шпонок виконують по *h11* (при висоті 2…6 мм — по *h9*), довжину паза — по *H15*, діаметр сегментних шпонок — по *h12*. Для ширини передбачаються з'єднання: вільне, нормальне і щільне (поля допусків виконують тільки у системі вала: основна деталь шпонка). Тому між шпонкою і болтовими гранями може бути зазор чи легкий натяг, який складає 0,03–0,06 мм в залежності від розмірів шпонки.

При щільному з'єднанні шпонку після припасування забивають у паз легкими ударами молотка послідовно по всій її довжині.

Користуватись для цього краще мідним чи свинцевим молотком, або ж відповідними надставками, щоб не порушити розміри шпонки, що може стати причиною заклинювання деталі під час посадження.

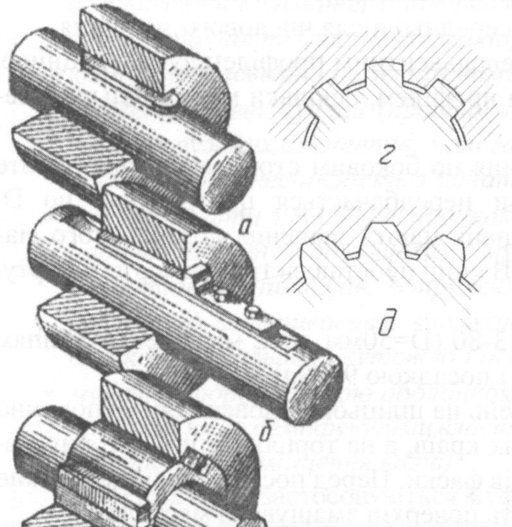
При посадженні належить спостерігати, щоб положення шпонки у пазу залишилось незмінним, оскільки це також може послугувати заклинюванню.

Посадження на клинову шпонку також розпочинають із припасування. Бокові грані шпонки повинні мати зазори 0,3–0,6 мм., в залежності від розмірів шпонки, а верхню і нижню грані і відповідне їм дно пазу на валу і в деталі, що з ним сполучається, припасовують за заданим нахилом. Шпонки розміром більше 28*16 мм під час припасування перевіряють на «фарбу». Охоплюючу деталь саджають з боку тонкого кінця шпонки з попереднім установленням на місце і забивають зразу ж після закінчення поса-дження. Шпонку належить забивати з торця вала так, щоб від її голівки до маточини залишався зазор, який має бути не менше 0,8–1,0 висоти шпонки.

Посадження тангенціальних шпонок виконують однаково з клиновими лише з тою різницею, що незалежно від розмірів шпонок всі їх поверхні тертя припасовують з перевіренням «на фарбу». У всіх шпонках не допускається використовувати підкладки для досягнення щільного посадження.

Для рухомих і нерухомих сполучень застосовують також шліцьове з'єднання деталей. За профілем шліців, шліцьові з'єднання поділяються на прямобічні і евольвентні. Тобто, перші мають прямокутний профіль зубців, а другі — евольвентний.

Прямобічне з'єднання поділяється на легку, середню і важку серії, а також за трьома методами центрування (по боковим сторонам зубців (b), по внутрішньому діаметру (d) і по зовнішньому діаметру (D).



а — призматична шпонка; б — клинова шпонка; В — тангенціальна шпонка; г — прямобічні шліці; д — евольвентні шліці

Рисунок 6.5
Шпонкові і шлінцьові з'єднання

При центруванні по боковим сторонам бокові поверхні шліців шліфують, щоб витримати їх товщину і прямолінійність. Цей метод простий і дешевий, але застосовується при невисоких вимогах до соосності сполучення і тоді коли головною вимогою є надійне передавання крутного момента при відсутності ударних навантажень під час реверсування.

Методи центрування по внутрішньому і зовнішньому діаметрах рівноцінні. Обидва регламентують точність і вид сполучення за двома елементами: по діаметру і боковим сторонам зубців. При одному і тому внутрішньому діаметрі при

переході від легкої серії дещо зростає висота зубців, а при переході від середньої серії до важкої ще збільшується і кількість зубців.

Позначаються шліцьові з'єднання наступним чином: перша буква позначає метод центрування, наступна числове значення відповідає кількості шліц, внутрішньому діаметру d, зовнішньому діаметру D, і ширині зубців b.

$$d — 8x46\frac{H7}{f7}x50$$ — легка серія;

$$D — 8x46\frac{H11}{d11}x54\frac{H7}{Js6}x9\frac{F}{Js7}$$ — середня серія;

$$b — 10x46x56x7\frac{D9}{e8}$$ — важка серія.

Поля допусків і посадки по кожному із трьох варіантів шліцьового з'єднання вказані безпосередньо після числового значення.

Шліцьові з'єднання з евольвентним профілем зубців міцніше, ніж з'єднання із прямозубим профілем, оскільки мають більший переріз в основі зубця.

Основним є центрування по боковим сторонам зубців. Проте через малі опорні площини передбачається центрування по D. Умовні позначення цих з'єднань мають значення номінального діаметра D, модуля m, посадку. В кінці проставляється номер стандарту.

Наприклад:

50x2x9H/9g ГОСТ 6033-80 (D=50мм, m=2 мм з центруванням по боковим сторонам зубців і посадкою 9H/9g).

При виконанні сполучень на шліцьових поверхнях не повинно бути забоїн, задирок і гострих країв, а на торцях валів і маточин мають бути відповідних розмірів фаски. Перед посадженням незалежно від виду сполучення належить поверхні змащувати мастилом.

9. МОНТАЖ МУФТ І ВАЛІВ

Вали об'єктів, що мають поєднатись у кінематичній ланцюжок з'єднуються муфтами. Поряд з кінематичним і силовим зв'язком окремих частин машини муфти забезпечують виконання низки інших функцій: забезпечення роботи з'єднаних валів при зміщенні; покращення динамічних характеристик привода (тобто, пом'ягшення при

роботі поштовхів і ударів); захист частин машин від перевантажень; швидке з'єднання чи роз'єднання валів і інших деталей на ходу або в нерухомому стані; регулювання передатного моменту в залежності від кутової швидкості; передавання моменту тільки в одному напрямі; полегшення пуску машини і т.п.

Застосовуються наступні типи муфт:

- *глухі жорсткі муфти (застосовуються для з'єднання точно соосних валів);*
- *зубчасті муфти (допускають несоосність валів);*
- *кулачково-дискові (допускають несоосність валів);*
- *шарнірні муфти (застосовуються для з'єднання валів, осі яких розташовані зі значним зміщенням один від одного, причому в процесі роботи кут нахилу може змінюватись);*
- *пружні муфти (здатність амортизувати поштовхи і удари, демпфувати коливання і попереджувати резонанс, компенсувати неточності взаємного розташування валів сполуки, бувають з металевими і неметалевими пружними елементами);*
- *втулкопальцеві муфти (простота конструкції і можливість заміни пружних елементів, малі габарити і маса, в деякій мірі компенсують несоосність з'єднання);*
- *пружні муфти з гумовою зірочкою (мають менший діаметр у порівнянні з втулкопальцевими муфтами, використовуються для швидкохідних валів. Їх пружні і компенсуючі властивості близькі до властивостей втулкопальцевих муфт, володіють великою радіальною, кутовою і осьовою жорсткістю);*
- *муфти з тороподібною оболонкою (володіють добрими амортизаційними і демпфуючими властивостями і можуть компенсувати значні зміщення валів).*

Крім цих муфт застосовуються муфти, що управляються: кулачкові і зубчасті зчепні муфти, фрикційні зчепні муфти і т.д.

Напівмуфти установлюють на циліндричні чи конічні кінці валів по перехідним посадкам чи посадкам з натягом. При великих навантаженнях, роботі з поштовхами і ударами напівмуфти обов'язково установлюють на конічні кінці валів з кріпленням їх за допомогою торцевих шайб і гайок.

Монтаж валів містить у собі вимірювання корпусів підшипників, центрування валів, перевіряння їх горизонтальності, паралельності і перпендикулярності.

Корпуси підшипників перевіряють на точність установлення за висотою і за планом. Перевіряння за висотою виконують за допомогою перевірної лінійки, яку кладуть на оброблені поверхні площин роз'єму корпусів, рівня і мікроштихмаса, за допомогою якого відстань від репера чи базової поверхні до лінійки. Більш точним способом є застосування оптико-геодезичного обладнання, а ще краще лазерної техніки (описані у попередньому розділі).

За планом перевіряють соосність отворів корпусів підшипників. Вали з вільними кінцями центрують за допомогою контрольної лінійки і щупа (рис. 6,6, а). Радіальне зміщення осей (несоосність) валів по їх кінцях складає

$$\Delta = \Delta F_1 - 0{,}5(d_1 - d_2),$$

де d_1, d_2 — діаметри кінців валів.

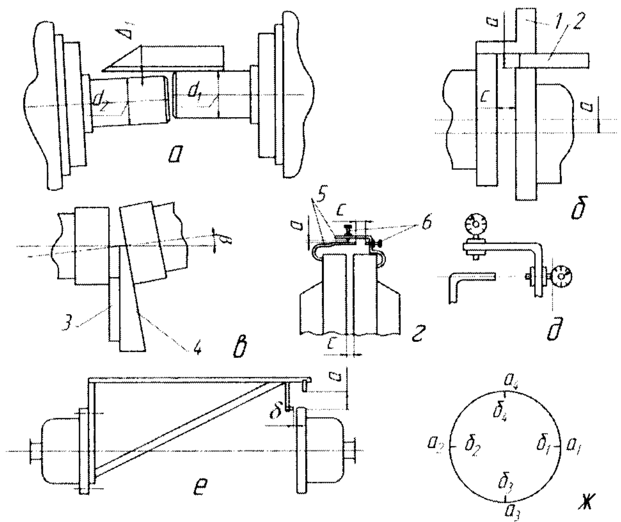


Рисунок 6.6
Традиційні способи перевірення центрування валів і муфт

При центруванні по напівмуфтам радіальний зазор а (рис. 6.6, б) вимірюють лінійкою чи косинцем 1 і щупом 2, а для визначення перекосу (кута β) осьовий зазор виміряють перевірною плиткою 3 і клиновим щупом 4 (рис. 6,6 в). Більш точне перевірення забезпечується за допомогою пристрою (рис 6.6, г), що дозволяє контролювати як осьовий зазор c, так і радіальне зміщення a. При цьому на напівмуфти кріплять скоби 5 і щупом вимірюють зазор між регульованим

гвинтом і скобою. Для більшої точності на скоби установлюють індикатори (рис. 6.6, д).

Перевірення зубчастих муфт виконують спеціальним пристроєм (рис. 6.6, д). Результати вимірів фіксують на діаграмі (рис. 6.6, ж) шляхом запису всередині кола осьовий зазор δ, а зовні — радіальний *a*. Центрування вважається достатнім, якщо різниця вимірів у діаметрально протилежних точках не буде перевищувати установленого допуску.

Горизонтальність валів перевіряють рівнями, а паралельність мікроштих-масами, якими вимірюють відстань між валами в декількох точках.

Для перевірення перпендикулярності валів на одному з них закріпляють жорстко рейсмус 1 (рис.6.7) і установлюють базову вісь (нитку) 2 паралельно осі другого вала 3. Умову перпендикулярності буде виконано, якщо зазори між наконечником рейсмуса і ниткою у двох діаметрально протилежних точках будуть однакові.

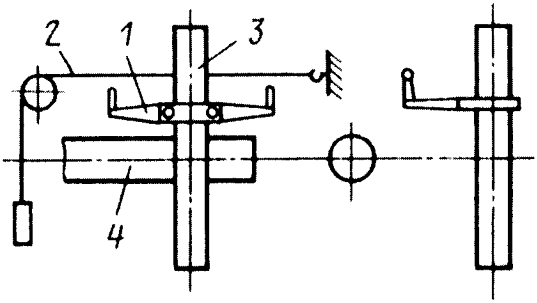
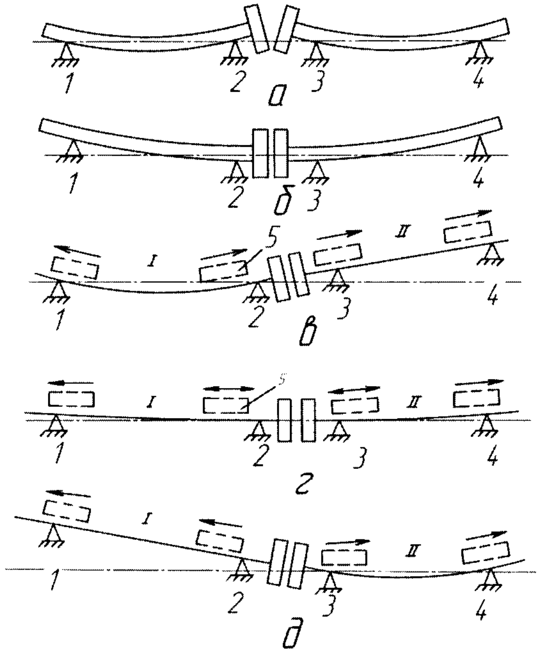


Рисунок 6.7
Перевірення перпендикулярності вала

У роботі [26] пропонується коригувати положення валів за рахунок регулювання положення підшипників.

Якщо з'єднувані вали установити точно горизонтально, то внаслідок їх прогинання від ваги установлених на них деталей торцеві площини напівмуфт не будуть паралельними і утвориться збільшений зазор наверху (рис. 6.8). Оскільки при цьому вісь валів не є продовженням одна другої, то при обертанні з'єднані вали будуть вібрувати і негативно впливати на підшипники і інші елементи машин.

Основне правило центрування — торцеві площини напівмуфт повинні бути паралельні, а осі валів продовженням одна другої без зміщення (у плані вони мають утворювати прямі лінії). з урахуванням прогину валів крайні підшипники 1 і 4 мають бути дещо припіднятими по відношенню до середніх підшипників 2 і 3.



а — неправильне положення муфт; б — правильне положення муфт; в — д — троє способів вивірення валів; 1–4 — підшипники; 5 — рівень; і — робочий механізм; ІІ — редуктор

Рисунок 6.8

Положення валів, що з'єднуються муфтою з урахуванням їх прогину

Прогин особливо важливо ураховувати при центруванні машин з важковаговими робочими колесами.

10. МОНТАЖ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ

Підшипники ковзання мають низку позитивних якостей: малі розміри у радіальному напрямі, можливість застосування роз'ємних підшипників, допускають частоту обертання (10000 $хв^{-1}$ і більше), можливість роботи у воді і інших агресивних середовищах, а також при вібраційних і ударних навантаженнях. До того ж ці підшипники можуть застосовуватись там, де через недостатню здатність витримувати дуже великі навантаження не можуть підшипники кочення (наприклад, на крупних прокатних станах).

Підшипники ковзання допускають регулювання радіального зазору і, отже, точне установлення геометричної осі вала. Ця властивість використовується в конструкціях прецизійних машин, наприклад, у шпинделях координатно — розточувальних верстатів і т.д.

До недоліків підшипників ковзання відносяться великі втрати на тертя, необхідність систематичного нагляду і безперервного змащення, нерівномірний знос підшипника і цапфи, відносно велика довжина в осьовому напрямі.

Умовно підшипники ковзання поділяються на наступні види: роз'ємні і нероз'ємні (в залежності від конструкції їх корпусу); приєднувальні і вмонтовані (в залежності від особливості їх установлення); вкладишні і безвкладишні (в залежності від здатності вкладишів до самоустановлення).

В металургійному обладнанні застосовують, головним чином, підшипники ковзання двох типів: нероз'ємні (втулки) і роз'ємні (вкладиші).

Монтаж нероз'ємних підшипників полягає в установленні втулки в корпус посадкою з натягом чи за допомогою стопорних гвинтів і припасуванням отвору втулки до валу. Припасування здійснюється по фарбі, що наноситься на вал і залишається на внутрішній поверхні втулки після декількох поворотів вала. Припасування закінчують після того, як площа плям досягнене 80% внутрішньої поверхні втулки і на 1 см^2 буде 1–5 плям. Потім щупом перевіряють щільність прилягання зовнішньої поверхні і бортика втулки до корпусу.

Монтаж роз'ємних підшипників містить наступні операції:

Перша.

Перевірення соосності розточок корпусів.

Друга.

Припасування по фарбі нижнього і верхнього вкладишів до корпусу (площа контакту нижнього вкладиша з корпусом повинна складати не менше 60% площі поверхні, що охоплюється, верхнього вкладиша — не менше 50%).

Третя.

Припасування вкладишів до шийок вала з використанням фарби (кількість плям повинна бути не менше чотирьох на 1 см^2 чи з приляганням не менше 60–70% поверхні опорного вкладиша на дузі 60–70°).

Для забезпечення нормальних умов рідинного тертя виконують верхній а і боковий в зазори між валом і вкладишами (рис. 6.9).

Зазор а при діаметрі підшипників 50–400 мм приймають для тихохідних валів 0,06–0,12 мм, швидкохідних — 0,20–0,65 мм, колінчастих — 0,10–0,30 мм. Зазори вимірюють щупани у площині роз'єму при знятій верхній кришці, а верхній — за допомогою відрізків свинцевого дроту діаметром 0,5–1,0 мм, які кладуться поперечно шийці вала на відстані 20–25 мм від торців підшипника і обтискуються кришками.

При правильно складеному підшипнику вал повинен прилягати до нижнього вкладиша по дузі 70–80°. Потім перевіряють співвідношення радіусів галтелей шийки вала і вкладиша. Радіус галтелі вкладиша повинен бути на 1–3 мм більше, ніж радіус галтелі вала.

Четверта.

Виконання маслорозподільних канавок у вкладишах і перевірення правильності їх розташування. Для швидкохідних валів змащення підводять у ненавантаженій зоні підшипника (рис.6.9) в точках 1 і 3, а для тихохідних в точці 2. При підводі змащення у ненавантажену зону канавки виконують по місцю роз'єму вкладишів, а підводі у навантажену по гвинтовій лінії чи у вигляді двох перехресних канавок з отвором для підведення мастила в місці перехрещення.

У підшипниках вертикальних валів виконують кільцеві канавки. Якщо мастило пластичне, то їх розташовують у верхнього торця, а якщо рідке — в середині.

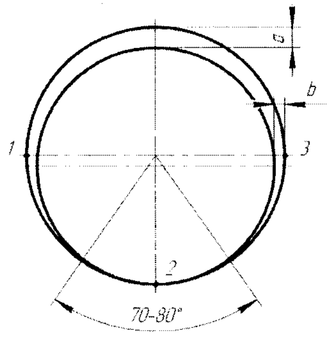


Рисунок 6.9
Розташування шийки вала у роз'ємному підшипнику ковзання

Якість монтажу підшипників ковзання оцінюють під час обкочування машини за температурою нагріву, яка не повинна перевищувати 70°С.

11. МОНТАЖ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Основні вимоги, що ставляться перед монтажем підшипників, полягають у забезпеченні нормального терміну служіння їх під час експлуатації. Це залежить, головним чином, від передачі на них нормальних навантажень. Якщо збільшити ці навантаження лише на 25%, то тривалість роботи підшипника скоротиться вдвоє, якщо ж збільшити на 50%, то термін служіння підшипників відповідно скоротиться в десять разів. Тому при монтажі підшипникових вузлів має бути забезпечене правильне положення підшипника, що належить перевірити і у випадку необхідності поправляти. Головні вимоги полягають також у забезпеченості соосності посадкових місць валів і відповідності зазорів умовам роботи. При монтажі необхідно слідкувати за тим, щоб не виникало відхилень від вказаних вимог.

Процес монтажу підшипників складається із їх ревізії і промивання, перевірення точності оброблення місць посадки внутрішніх кілець на вал і зовнішніх у корпус, а також регулювання підшипникових вузлів.

Промивають підшипники у гарячому маслі у спеціальних ваннах з електро- чи паропідігрівом при температурі біля 100°С. Деталі підшипникового вузла ретельно очищують і промивають гасом, насухо протирають і просушують. Проте у роботі [18] рекомендується після промивання у гасі остаточно про-мивати в індустріальному маслі (12, 20 чи 30), що нагріте до 80–90°С, чи чис-тим (авіаційним) бензином з додаванням 6–8% масла (оскільки найвищі сорти гасу містять воду, що призводить до корозії деталей).

Точність оброблення посадкових місць оцінюють за відхиленнями від правильної геометричної форми (по конусності і овальності). При виявленні тріщин і сколів на кільцях, роликах і кульках, корозії, шпарин чи лущення на поверхнях кочення, пошкоджень сепараторів і інших дефектів підшипників підшипники не допускаються до складання.

Посадку внутрішнього кільця на вал виконують за системою отвору з натягом, а зовнішнього у корпус — за системою вала з рухомими посадками. Посадження підшипників на вал часто здійснюють після нагрівання їх до 80–90°С. Підшипники легкої серії, що набули найбільшого поширення, саджають з невеликими зусиллями шляхом ударів молотком через проміжні деталі у вигляді втулок, надставок із меншої міцності матеріалів. Посадження крупних під-

шипників виконують переносними гідравлічними чи гвинтовими пристосу-ваннями. За допомогою труби з фланцем чи спеціальної оправки підшипники саджають одночасно на валі і в корпус. Зусилля створюється ударами по трубі чи пресом.

Демонтаж підшипників, якщо виникає така необхідність, виконують за допомогою зйомників чи преса з упором через проміжний елемент.

Контролем правильного установлення підшипників є пробний пуск машини, при якому перевіряють температуру підшипників, шум при обертанні, наявність достатнього змащення, ефективність ущільнень. Температура працюючого підшипника не повинна перевищувати температуру навколишнього середовища більше ніж на 50°С. Перевіряють температуру нагрівання підшипників термометром, що закріплений на корпусі ізоляційною стрічкою. Застосовуються також і електронні прилади дистанційного вимірювання температури.

При правильному складанні підшипникового вузла має бути забезпечено: нормальне прилягання кілець підшипників до відповідних упорним заплечикам вала і корпусу; зазори між валом і розточками у корпусі і кришці у межах 0,2–0,8 мм; осьове зміщення внутрішнього кільця відносно зовнішнього для підшипників з циліндричними роликами не більше 1,5 мм; правильні осьові зазори між кільцями і упорними бортиками.

При монтажі валів на нероз'ємних підшипниках одну опору фіксують у корпусі, а інші фіксують плаваючими для можливості вільних температурних подовжень вала.

У процесі складання підшипникових вузлів необхідно регулювати зазори. За характером зазорів підшипники поділяються на дві групи: до першої відносяться всі радіальні підшипники з нерегульованими зазорами, до другої — упорні і радіально — упорні з регульованими при складанні зазорами.

У першій групі розрізняють початковий, посадковий і робочий зазори, а другій — регулювальний (він же посадковий) і робочий. Оскільки підшипник сполучається з посадковим місцем із гарантованим натягом хоча б одного сполучення, то посадковий зазор зменшується відносно початкового на 0,55–0,7 мм від дійсного натягу при посадженні на вал і на 0,5–0,6 мм натягу відповідно при посадженні у корпус.

У кулькових підшипників розрізняють радіальний e і осьовий s зазори (рис. 6.10, а, б), що виникають при зміщеннях зовнішнього

кільця відносно внутрішнього кільця 2. Осьовий зазор вимірюють індикатором по зміщенню зовнішнього кільця в одну сторону (на відстань $s/2$) Радіальний зазор виміряють щупом.

Радіальний зазор можна визначити за формулою [24]

$$e = \frac{s^2}{4r(2r - d_k)},$$

де r — радіус базової доріжки;

d_k — діаметр кульок підшипника.

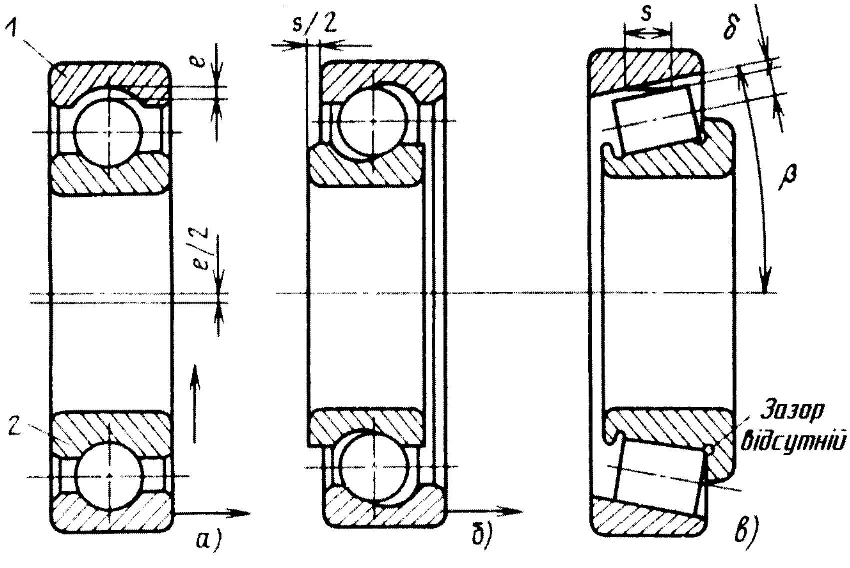


Рисунок 6.10
Зазори у підшипниках кочення

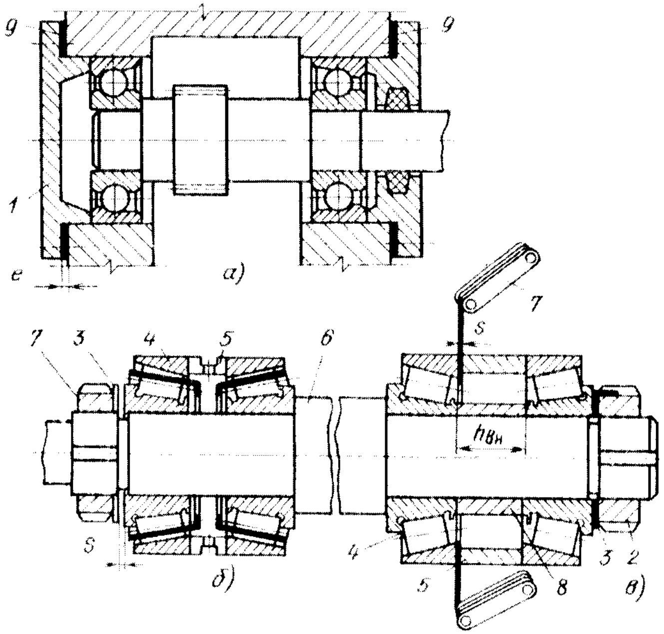
У конічних роликопідшипниках осьовий зазор складає (рис. 6.10, в):

$$s = \delta/(2\sin\beta),$$

де δ — зазор між твірною ролика і поверхнею кочення по лінії тиску, який вимірюється щупом;

β — кут нахилу доріжки кочення зовнішнього кільця.

Регулювання осьової гри здійснюють за рахунок осьового переміщення кілець, що установлені на вал чи у корпус з посадковими зазорами. Схеми регулювання підшипників показані на рис. 6.11.



а — регулювання прокладками товщиною 0,5 мм; б — регулювання за допомогою гайки і контршайби; в — регулювання дистанційними кільцями; 1 — кришка; 2 — гайка; 3 — контршайба; 4 — дворядний підшипник; 5,8 — дистанційні кільця; 6 — вал; 7 — набор щупів; 9 — прокладки

Рисунок 6.11

Схеми регулювання підшипників

12. МОНТАЖ ЗУБЧАСТИХ І ЧЕРВ'ЯЧНИХ ПЕРЕДАЧ

Зубчасті передачі призначаються для передачі руху з відповідним зміненням кутової швидкості за величиною і напрямом. У цих передачах рух передається за допомогою зачеплення пари зубчастих коліс. Менше колесо пари називається шестернею, а більше колесом.

Зубчасті передачі і колеса класифікують за наступними ознаками:

1. За взаємним розташуванням геометричних осей валів зубчастих коліс: циліндричні — при паралельних осях, зачеплення може бути як зовнішнім так і внутрішнім; конічні — при осях, що перетинаються, гіпоїдні конічні передачі при осях, що перехрещуються; гвинтові — циліндричні, осі яких перехрещуються.

Для перетворення обертального руху в лінійне і навпаки застосовується рейкова передача, яка є окремим випадком циліндричної передачі. Рейку розглядають як колесо, діаметр якого перетворюється у безкінечність.

2. За розташуванням зубців відносно твірної коліс: прямозубі, косозубі, шевронні і з криволінійними зубцями.

При переході від прямозубих передач до непрямозубих підвищується плавність роботи, зменшується шум і збільшується навантажувальна здатність. Тому ці передачі використовують при більш високих швидкостях і навантаженнях.

3. За формою бокового профілю зубців: евольвенті, циклоїдні і колові (зачеплення Новікова).

4. За конструктивним виконанням поділяються на відкриті і закриті передачі. У відкритих передачах зубці коліс працюють практично «всуху» чи періодично змащуються мастилом і не завжди захищені від навколишнього середовища. Закриті передачі розташовуються у спеціальному корпусі, який захищений від проникнення зовнішнього бруду, з постійним зануренням зачеплення у мастило (картерне змащування) чи потоковим змащенням місць зачеплення зубців.

На основі зубчастих передач будуються планетарні і хвильові передачі.

Поряд з зубчастими передачами широко використовуються черв'ячні передачі, що являють собою зубчасто — гвинтові передачі і зберігають у своїй конструкції властивості зубчастих і гвинтових передач. Їх застосовують для передачі руху між валами, геометричні осі яких перехрещуються під кутом 90°.

В залежності від форми зовнішньої поверхні черв'яка передачі поділяють на циліндричні і глобоїдні. а в залежності від форми гвинтової лінії поверхні нарізки циліндричного черв'яка передачі бувають з архімедовим, конволютним і евольвентним черв'яками.

Архімедів черв'як в осьовому перерізі має прямолінійний профіль рівнобедреної трапеції, аналогічний профілю інструментальної рейки. У торцевому перерізі витки окреслені архімедовою спіраллю.

Конволютні черв'яки мають прямолінійний профіль у нормальному до витка перерізі.

Евольвентні черв'яки мають евольвентний профіль у торцевому перерізі і, отже, подібні косозубим евольвентним колесам, у яких число зубців рівне числу витків черв'яка.

Монтаж зубчастих передач містить сполучення зубчастих коліс з валами, регулювання осьового положення коліс і перевірення правильності зачеплення.

Сполучення коліс з валами виконують по посадці з натягом і застосуванням шпонкових і шліцьових з'єднань. Колеса повинні установлюватись на вали без перекісів.

При правильному складанні циліндричних зубчастих передач мають бути забезпечені: задана міжцентрова відстань, паралельність осей і валів, відсутність перекісів, радіальне і торцеве биття коліс у заданих межах, допустимі радіальний і боковий зазори у зачепленні, необхідний контакт зубців.

Схема перевірення зубчастих передач показана на рис. 6.12, а. При перевіренні на радіальне і торцеве биття вал із зубчастим колесом повільно обертають в опорах між контрольними роликами і індикаторами і вимірюють радіальне (по зовнішньому діаметру зубців) і торцеве биття.

Боковий зазор *c* (рис. 6.12, б) вимірюють щупом, який вводиться по лінії подільного кола, чи відрізком свинцевого дроту, що прокатується між зубцями (рис. 6.12, в).

При перевіренні шевронних передач дроти кладуть на кожну сторону шеврона. На колеса великої ширини необхідно класти 3–4 відрізки дроту. Боковий зазор рівний товщині одного відтиску, якщо довжини дроту і профільної поверхні зубця однакові, чи сумі двох відтисків C1+C2 з обох сторін зубця. Товщини відтисків вимірюють мікрометром.

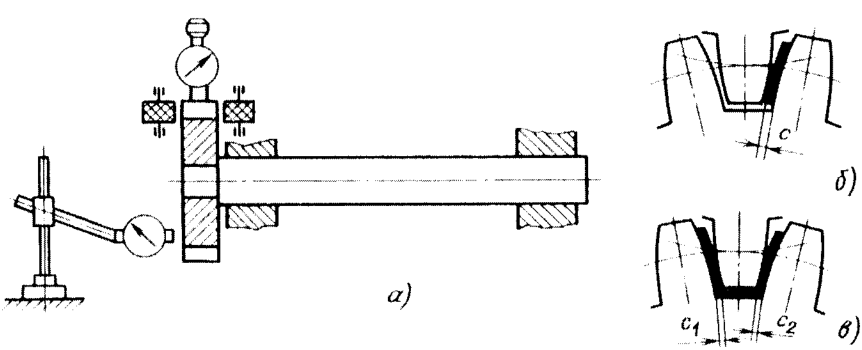


Рисунок 6.12
Схема перевірення циліндричних зубчастих передач

Остаточно контакт зубчастого зачеплення перевіряють на фарбу чи за металевим полиском у місцях контакту. Для перевірення на фарбу зубці ведучого колеса покривають тонким шаром фарби і повертають декілька разів, щоб на зубцях веденого колеса з'явились сліди стикання. За цими відбитками судять про якість зачеплення. Якщо відбиток перебуває у верхній частині зубця (рис. 6.13, а), то міжцентрова відстань більша за нормальну. При відбитку у нижній частині зубця колесо розташоване ближче, чим це потрібно (рис. 6.13, в).

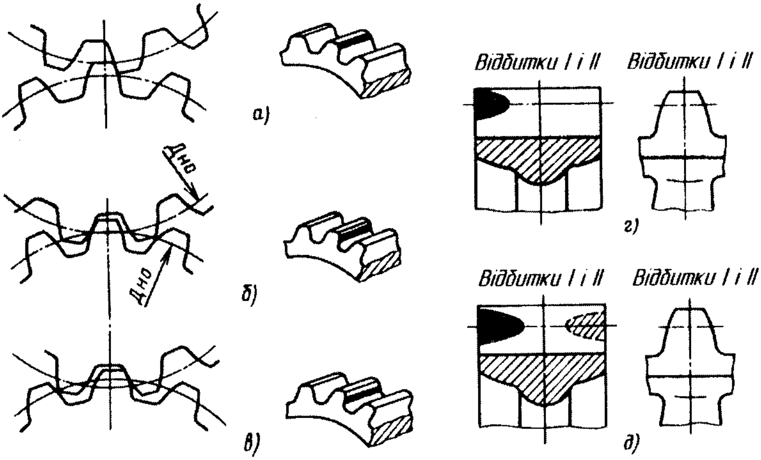


Рисунок 6.13
Відбитки фарби на колесі при різному положенні осей

Правильне зачеплення показане на рис. 6.13, б. На непаралельність осей валів вказує відбиток на рис. 6,13, г. Коли осі валів перетинаються, то відбиток виглядає так, як це показано на рис. 6.13, д. При контакті зубців і степеню точності 6-ї,7-ї,8-ї пляма контакту по висоті має бути відповідно не менше 50, 45 і 40% і по довжині 70, 60 і 50%.

При недостатньому контакті поверхонь зубців здійснюють доведення шляхом шабрення, притирання ліпинг-пастою, приробки з мастилом. Зубці пришабрують, коли контакт робочих поверхонь не перевищує 35% довжини зубця. Притирання ліпинг-пастою виконують у всіх випадках, коли контакт зубців складає 35–50% довжини зубця, а також після шабріння незалежно від величини контакту. При великому обсязі робіт з притирання користуються спеціальними ліпинговочними пастами.

Конічне зачеплення регулюють переміщенням в осьовому напрямі однієї чи обох шестерней. При правильному зачепленні твірні додаткових конусів мають співпадати по лінії *а-а* (рис. 6.14). При складанні перевіряють пляму контакту і зазори боковий С1 і радіальний С2.

Зміщення однієї шестерні відносно іншої не повинне бути більше 0,1 модуля, а твірні міжосьових конусів мають співпадати по лінії АБ.

Остаточно перевіряють по плямам дотикання зачеплення, які повинні відповідати даним, що стосуються циліндричних передач.

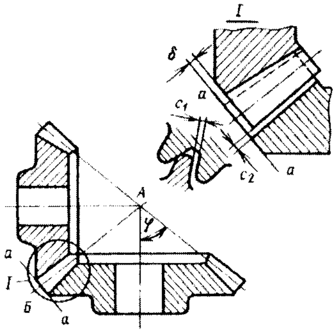


Рисунок 6.14
Перевірення конічного зачеплення

Відбитки на зубцях ведучих і і ведених ІІ шестерней на рис. 6.15, а вказують на надмірне зближення коліс. Колеса віддалені більше ніж це потрібно, якщо відбитки мають такий вигляд, що показаний на рис. 6.15, б. Якщо міжосьовий кут коліс збільшений (рис. 6.15, в), то відбитки розташовані у верхній частині усіченого конуса. При зменшенні міжосьового кута (рис. 6.15, г) відбитки розташовуються біля підніжжя конуса. Розташування відбитків на протилежних профілях зубців при двосторонньому обертанні коліс (рис. 6.15, д) вказує на перекіс осей валів.

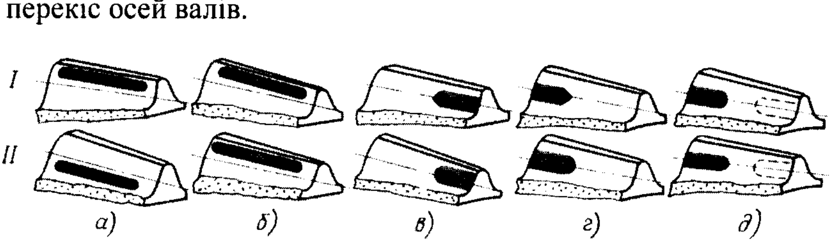


Рисунок 6.15
Відбитки фарби на зубцях конічного зачеплення

При монтажі черв'ячних передач перевіряють задану відстань між осями вала черв'ячного колеса і черв'яка, а також їх перпендикулярність; боковий зазор між витками черв'яка і зубцями черв'ячного колеса, який повинен бути рівномірним по всій висоті поздовж зубців колеса; контакт між витками черв'яка і зубцями колеса; мертвий хід.

Мертвий хід перевіряють двома способами (рис. 6.16):

- при застопореному черв'ячному колесі черв'як пересувають із одного крайнього положення із виміром індикатором 3 мертвого (вільного) ходу, який не повинен перевищувати 2–6° в залежності від класу передачі і числа заходів черв'яка;
- при застопореному черв'яку обертають черв'ячне колесо з вимірюванням кута повороту за допомогою лімба 2 і стрілки 1.

Залежність між кутом повороту черв'яка і боковим зазором при закріпленому черв'ячному колесі визначається за формулою [27]:

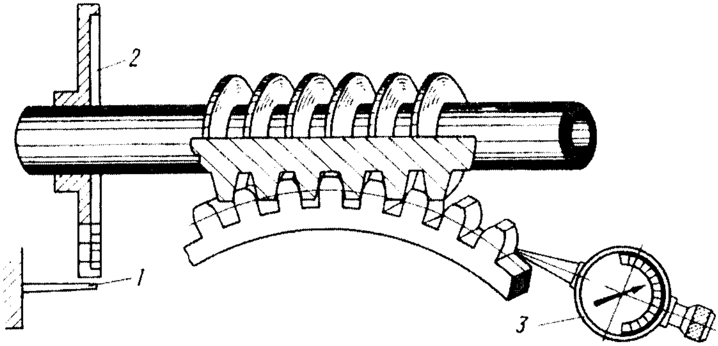
$$\delta = \varphi\ m0z\ /412,$$

де δ — боковий зазор, мм;

φ — кут повороту черв'яка, рад;

$m0$ — осьовий модуль, мм;

z — число заходів черв'яка.



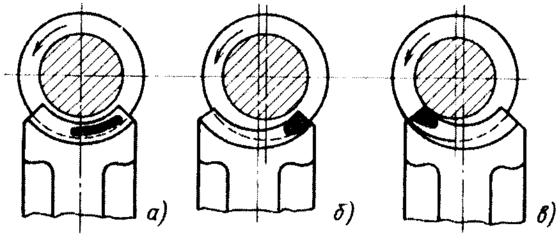
1 — стрілка; 2 — градуйований диск; 3 — індикатор

Рисунок 6.16

Схема визначення мертвого ходу черв'ячного зачеплення

Контакт робочої поверхні черв'ячної пари перевіряють шляхом нанесення фарби на гвинтову поверхню черв'яка і обертання його у зачепленні із зубчастим колесом. На рис. 6.17 показано роста-

шування фарби на черв'ячному колесі при правильному і неправильному черв'ячному зачепленні.



а — правильне зачеплення; б — черв'як зміщений вправо; в — черв'як зміщений вліво

Рисунок 6.17
Форма контактів зачеплення на зубцях черв'ячного колеса

Після складання і регулювання черв'ячну передачу перевіряють на легкість ходу шляхом обертання її від руки (або ж двигуном).

13. МОНТАЖ ГІДРАВЛІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ і МЕХАНІЗМІВ

Поряд з електромеханічним приводом широко застосовується гідравлічний, який у багатьох випадках має значні переваги перед електромеханічним.

В склад звичайного гідропривода поступальної дії входять робочий орган (циліндри), елементи привода (насоси, акумулятори, мультиплікатори) і управління (розподільники, різного призначення клапани), а також трубопроводи.

Монтаж гідроприводів містить наступні операції:

- монтаж насосно-акумуляторних станцій;
- монтаж магістральних трубопроводів;
- монтаж гідроапаратури і з'єднання її з гідроприводами.

Монтаж насосно-акумуляторної станції розпочинають з установлення резервуара для робочої рідини (зазвичай, масла), відносно якого потім виставляють на фундаментах послідовно насоси, фільтри, маслоохолоджувачі і газогідравлічні (не рідко вантажні) акумулятори.

Газогідравлічні акумулятори виготовляють з одним чи декількома судинами. В якості газу в акумуляторах частіше використовується аргон. Особливу увагу при їх монтажі приділяють стійкості су-

дин, захисту їх від корозії і механічних пошкоджень, правильності підключення і раціональному розташуванню апаратури і арматури з урахуванням ремонтопридатності. Судини піддають гідравлічним випробуванням під тиском в 1,25 рази вищим, ніж робочий.

Магістральні трубопроводи монтують з нахилом 1:80 — 1:100 в бік судини з маслом для забезпечення повного її стікання із трубопроводів і можливістю від'єднання гідроапаратури в процесі налагодження і експлуатації. У верхніх і нижніх точках трубопроводів установлюються зливні і повітреспускні пробки для усунення утворення повітряних мішків. Для запобігання утворенню гідравлічних ударів застосовують жорстке кріплення трубопроводів до опор і спеціальні гідродемиферні пристрої.

Гідроапаратуру монтують блоками на панелях, підставках чи на металевих кронштейнах у зручних для обслуговування і нагляду місцях. Гідравлічні розподільники після монтажу з'єднують з магістральними трубопроводами і за допомогою труб чи рукавами високого тиску — з гідроциліндрами чи гідромоторами. Особливо зручними для монтажу є гідроапаратура пристикового виконання і монтажні блоки, які складаються із комплексу гідроапаратури різного призначення (розподільники, запобіжні клапани, дроселі та інше).

Якщо гідромотори не підлягають повній ревізії, то гідроциліндри перед установленням можуть піддаватись ревізії на предмет перевірення стану ущільнень, які є найбільш відповідальними елементами гідроциліндрів. Найбільш поширеними є плунжерні і поршневі гідроциліндри. Монтаж поршневих вузлів передбачає складання робочих циліндрів, установлення і закріплення поршнів на штоці, складання ущільнень, установлення у циліндрі поршневих груп і складання сальників штока. При складанні робочих циліндрів припасовують кришки, установлюють прокладки і затягують болти чи гвинти. При наявності двох з'ємних кришок одну з них, яка оснащена отвором для штока, з'єднують тимчасовими болтами чи скобками з гільзою циліндра і введенням поршня з манжетами чи кільцями, установлюють другу (глуху) кришку і рівномірно затягують болти (гвинти).

При складані циліндрів слід ураховувати, що від надійності ущільнень залежить робота усього агрегату. Практикою доведено, що 2/3 відказів гідросистем виникає через вихід із ладу ущільнень.

В якості ущільнень використовуються гумові ущільнювальні кільця круглого чи прямокутного перерізів, гумотканеві і полімерні

шеврони, багаторядні ущільнення, пластикові і гумові манжети, металеві кільця та інше.

Гумові ущільнювальні кільця круглого перерізу для гідравлічних пристроїв призначені для роботи при тисках:

- до 50 МПа — в нерухомих з'єднаннях і до 32 МПа — в рухомих з'єднаннях у мінеральних маслах, рідких паливах, емульсіях, мастилах, прісній і морській воді;
- до 40 МПа — в нерухомих з'єднаннях і до 10 МПа — в рухомих з'єднаннях у стисненому повітрі.
- швидкість переміщення — до 0,5 м/с при будь — якому вказаному вище середовищі.

На рис. 6.18 показані різні варіанти установлення рухомих і нерухомих з'єднань. На рис. 6.18, а, показано спосіб установлення гумових кілець, а на рис. 6.18, б — із захисними кільцями. Захисні кільця застосовуються для запобігання видавлювання гуми під впливом тиску робочого середовища. Їх установлюють зі сторони, що протилежна напряму тиску, а при двобічному тиску — з обох боків ущільнювального кільця. Захисні кільця виготовляються із фторопласту і поліамідної смоли. Зовнішній діаметр захисного кільця виконується з граничним відхиленням по *H9*, внутрішній — по *h9*.

Граничні відхилення діаметрів деталей сполучення циліндрів за системою отворів у залежності від тиску і виду сполучення наведено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 *Граничні відхилення діаметрів деталей сполучення циліндрів*

Діаметр, мм	Граничні відхилення при тисках, МПа											
	до 5		понад 5 до 10					понад 10				
	Для з'єднань											
	Рухомих		Нерухомих		Рухомих		Нерхомих		Рухомих		Нерухомих	
30–50 51–80	H 8	f9	H9	f9	H9	f7	H9	f9	H8 H7	f7	H8	f9
81–120 121–180		f7	H8	f9	H9	g6	H9	h9	H7	f7 g6	H8	f7 h8
Пон. 180		g6	H8	h8	H7	g6	H8	h8	H7	g6	H8	h8

Конструкція ущільнювального вузла із манжет шевронного типу містить у собі пакет манжет, а також опорне і натискне кільця.

Герметизація забезпечується за рахунок деформації манжет під дією монтажного стиснення і тиску робочої рідини.

Гумотканеві манжети застосовуються при тисках до 50 МПа і температурах від –30° до + 50°С (короткочасно до +70°С).

Поряд з гумотканевими застосовуються поліамідні шевронні ущільнення для ущільнення гідравлічних пристроїв, що працюють у середовищах води чи емульсії при тиску до 100 МПа із швидкістю руху до 2 м/с при температурі середовища від 0 до 90°С.

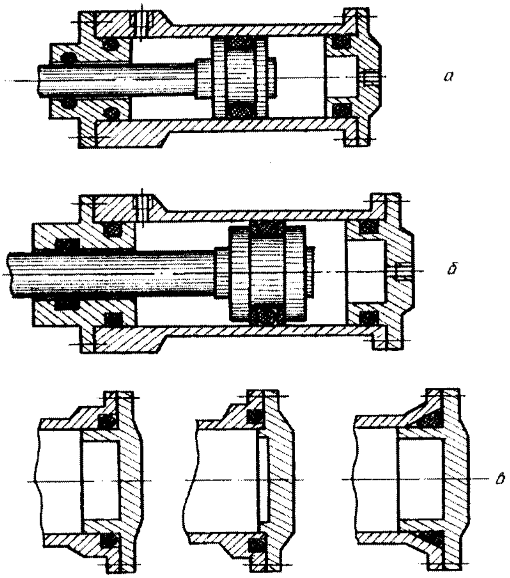


Рисунок 6.18
Рухомі і нерухомі з'єднання гідроциліндрів

Фторопластові манжети застосовуються у тих випадках, коли гумові і капронові манжети непридатні через хімічну активність середовища, високу температуру чи велике тертя. Діапазон робочих температур від –195 до +250°С. Максимальний тиск робочої рідини — 40 МПа. Натискні і опорні кільця виготовляються із металу.

На рис. 6.19 показано шевронне ущільнення штока (а) і поршня (б).

Найбільшого поширення набули гумові манжети звичайного і зменшеного перерізів. На практиці перевагу віддають манжетам зменшеного перерізу. Манжети установлюють таким чином, щоб виникали у них розпірні зусилля від дії тиску. Вони призначаються для ущільнення штоків і поршнів, що працюють у середовищах масел,

емульсій на нафтовій основі і воді при тиску до 50 МПа, а із застосуванням захисних кілець — при тиску до 50 МПа зі швидкістю зворотно-поступального руху до 0,5 м/с.

Граничні відхилення для сполучення з цими манжетами наведені у таблиці 6.3.

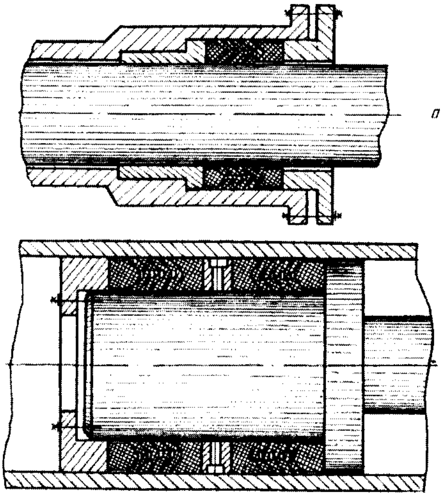


Рисунок 6.19
Шевронне ущільнення штока(а) і поршня (б).

Таблиця 6.3 *Граничні відхилення для сполучення гумових манжет гідроциліндрів*

Діаметри сполучення, мм	Тиск.МПа		
	від 0 до 25	від 25 до 50	від 0 до 50
	Із захисним кільцем із фторопласту		Із захисним кільцем із поліаміду
До 80	H9/e9	H9/e9	H11/d11
81–180	H9/f7	H9/g6	H11/e9 чи H9/d11
181–220	H9/f7	H7/g6	H9/e9
221–500	H9/f7	H7/g6	H9/e9

Приклад використання гумових манжет для ущільнення деталей гідроциліндрів, що працюють на тиски до 50 МПа, показано на рис. 6.20.

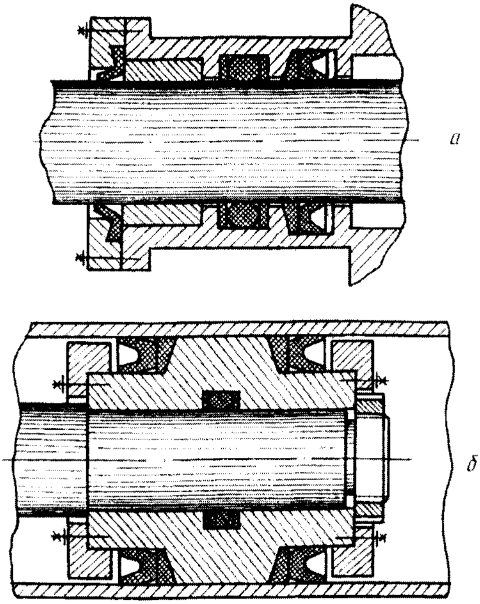


Рисунок 6.20

Схеми ущільнення штока (а) і поршня (б) гумовими манжетами і кільцями, підсиленими захисними фторопластовими кільцями

Складені циліндри випробують шляхом нагнітання у них воду, масло чи гас, а іноді стиснене повітря.

При гідравлічних випробуваннях у циліндр під тиском 1,25 робочого накачують масло, що нагріте до 50°С, потім вимірюють кількість масла, що витекло через нещільності між поршнем і циліндром на протязі 1 хв.

При пневматичних випробуваннях циліндр приєднують до повітряної магістралі і опускають у воду і наглядають за появою бульбашок.

При монтажі насосів необхідно керуватись наступними міркуваннями. Розвантажувальний клапан і фільтр для очищення масла установлюють на напірній лінії насоса. Насос рекомендується установлювати нижче чи вище рівня масла до 0,5 м. З'єднання вала насоса з приводним валом належить виконувати виключно за допомогою еластичних муфт (наприклад, втулко-пальцевих). При установці вали насоса і двигуна повинні бути точно зцентрованими, оскільки неточність установлення викличе прогин вала, передчасний знос під-

шипників і гумових ущільнень, призведе до витоків масла. Перед пуском насоса в роботу він повинен бути залитим робочою рідиною (маслом, емульсією і т.п.), у противному випадку він на протязі декількох секунд може вийти з ладу.

Всмоктуючий трубопровід повинен бути по можливості коротким і мати не більше двох вигинів. Установлення на ньому будь-яких додаткових з'єднань не допускається. В місці приєднання трубопроводу до штуцера насоса ущільнення має бути надійним, яке усуває підсмоктування повітря.

При монтажі гідронасосів необхідно ретельно дотримуватись чистоти: внутрішня поверхня сталевих труб повинна бути ретельно очищена від корозії і промита вапновим молоком; внутрішня поверхня бака також має бути очищена і пофарбована маслостійкою фарбою світлого кольору, при цьому користування клоччям не дозволяється. Для заливання масла у верхній частині бака має установлюватись фільтр.

Після монтажу насосну установку випробовують, при цьому можуть виникнути несправності. У таблиці 6.4 розглядаються можливі несправності і способи їх усунення.

Таблиця 6.4 *Можливі несправності гідронасосів і способи їх усунення*

Несправності насоса	Причини і визначення несправностей	Способи усунення несправностей
Насос не подає масло	Застосування забрудненого масла і забрудненість фільтра	Здійснити фільтрацію масла чи замінити новим. Очистити фільтр і провірити трубопроводи
Насос працює з поштовхами і шумом	Застосування несортового масла призводить до утворення згущень; попадання сторонніх предметів між лопастею і ротором, внаслідок чого відбувається їх заклинювання	Відкинути кришку насоса і зняти диск. Обертати вал від руки і перевірити вільне переміщення лопатей у пазах ротора. Якщо лапаті переміщуються туго, зняти ротор з вала, зняти лапаті, промити їх, при необхідності протерти, добиватись легкого ходу лопатей у пазах ротора. Оскільки лапасі не взаємозамінні, то необхідно маркувати їх, щоб вони стали на свої місця

Несправності насоса	Причини і визначення несправностей	Способи усунення несправностей
Насос не створює тиску	Наявність повітря в системі. Засмоктування повітря насосом характеризується різким шумом. Масляний бак сильно заповнюється піною, стрілка манометра безперервно коливається. Нещільне приєднання всмоктуючої лінії до корпусу насоса	Замінити прокладки і щільно підтягнути з'єднання
Насос подає масло нерівномірно	Лопать застрягла в пазу ротора. При цьому виникає різкий шум.	Відкинути кришку насоса і зняти диск. Провернути від руки, перевірити вільне переміщення лопатей у пазах ротора

Розділ 7
Монтаж мостових кранів

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Мостовим краном прийнято називати вантажопідйомний пристрій, що призначений для виконання робіт і за своєю конструкцією нагадує перехідний місток. Такий кран функціонує у межах, обмежених висотою і шириною між підкрановими балками. На ці балки кладуть підкранову колію (рейки), по якій і переміщується кран. Установлюють такі крани у цехах і на відкритих естакадах. Вантажопідйомність мостових кранів складає від декілька тонн до декількох сотень тонн. Крани мають по одному чи двоє вантажних гаків або спеціальний пристрій для виконання певних технологічних операцій. Такі крани називають спеціальними на відміну від кранів із звичайними гаками.

На рис. 7.1 показано мостовий кран загального призначення. Кран складається з мосту 11, що рухається на ходових колесах 3, які установлені у кінцевих балках 4, по підкрановій колії. Колія укладена на виступах верхньої частини стіни чи колонах цеху. По верхньому (а в деяких випадках по нижньому) поясі балок мосту упоперек прогону цеху переміщується крановий візок 8, що оснащений підйомним механізмом 7 з вантажозахоплюючим елементом.

В залежності від призначення крана на візку розташовуються різні типи механізмів підйому: один чи двоє механізмів підйому, один з яких є головним 7, а інший, що має меншу вантажопідйомність, допоміжним 6.

Механізм переміщення крана 13 установлений на мосту крана, а механізм переміщення візка 12 — безпосередньо на візку. Управління всіма механізмами здійснюється з кабіни 1, яка прикріплена до мосту. Струм для живлення електродвигунів подається по цеховим тролеям. Для подання струму на кран застосовуються струмоз'єми ковзного типу, що прикріплені до металоконструкції крану, а їх башмаки ковзають по тролеям при переміщенні мосту. Для обслуговування цехових тролеїв на крані передбачено спеціальний майданчик 10.

Струмопідведення до візка здійснюється за допомогою гнучкого кабелю 5. Для цього між двома стояками натягується дріт 9, до якого на спеціальних підвісах підвішується по спіралі гнучкий ка-

бель, який складається при підході візка до одного кінця мосту, а при підході візка до іншого кінця — розтягується.

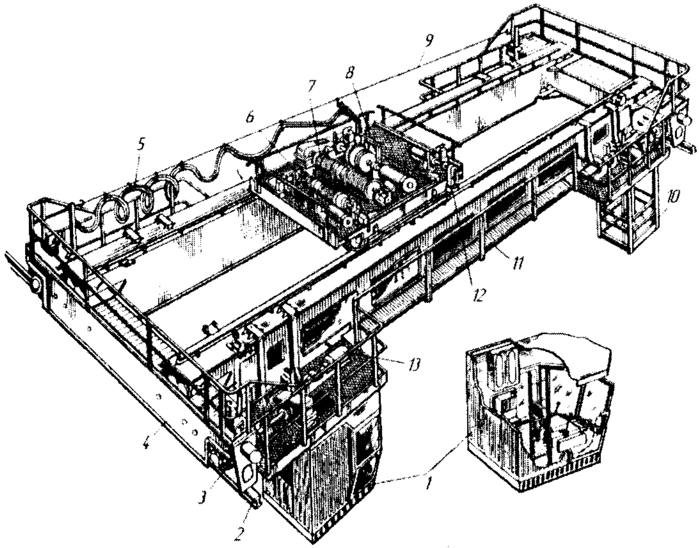


Рисунок 7.1
Мостовий кран загального призначення

До спеціальних мостових кранів відноситься, перш за все, група ливарних кранів, куди входять розливні, заливні і міксерні крани, які мають майже однакову конструкцію.

На рис. 7.2 показано розливний кран вантажопідйомністю 490/90/16 т. Металева конструкція мосту складається із чотирьох зварних балок коробчастого перерізу. По головним балкам 7 переміщується головний візок 8 з вантажопідйомністю 490 т. Ці балки підсилено із зовнішньої сторони по верхньому і нижньому поясах горизонтальними фермами із зв'язками. На нижніх горизонтальних фермах установлені механізми переміщення мосту, на верхні укладено поміст, тролеї та панелі управління. Допоміжні балки 6 меншого перерізу призначаються для допоміжного візка, на якому установлено двоє підйомних механізмів з вантажопідйомністю 90 т і 16 т. Ці балки розташовані нижче головних балок , що дозволяє допоміжному візку проходити під головним візком. Канати ж головного візка не перешкоджають руху допоміжного візка, оскільки вони проходять між зовнішніми і внутрішніми балками.

До головної балки мосту підвішена і закріплена підкосами так звана шахта 1, що має п'ятеро майданчиків. На чотирьох з них розташовані електрична апаратура управління і установка для кондиціювання повітря, а на самій нижній — кабіна крановщика.

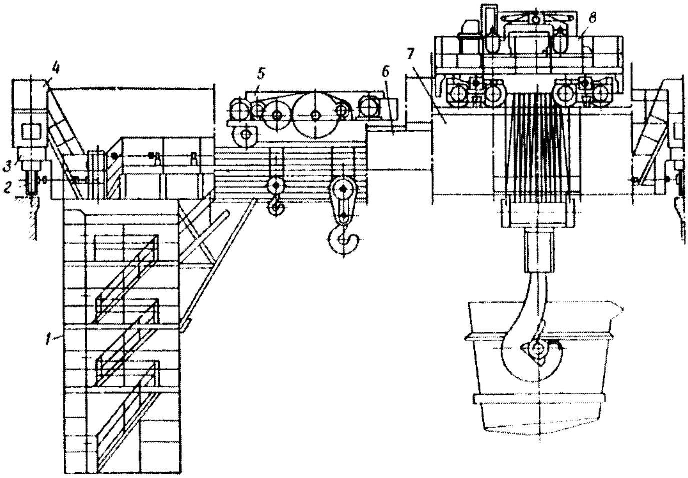


Рисунок 7.2

Розливний кран вантажопідйомністю 490/90/16т

Механізм переміщення мосту складається із шістнадцяти ходових коліс 2, що попарно об'єднані у балансирних візках 3. Ходові колеса змонтовані на валах з підшипниками кочення за допомогою кутових букс. Для рівномірного розподілення навантаження на ходові колеса поперечна балка мосту по осі головних повздовжніх балок спирається шарнірно на двох головних балансирів. Кожний балансир таким же чином спирається на середину двох балансирних візків. Чотири крайні колеса є ведучими і попарно обертаються від двох окремих електродвигунів.

На торцях поперечних балок 4 маються пружинні буферні пристрої. Аналогічні пристрої установлені на кінцях зовнішніх і внутрішніх балок для обмеження руху головного і допоміжного візків.

Головний візок утворений зварною рамою, на якій розташовані механізми підйому і переміщення. Механізм переміщення складається із центрально розташованого електродвигуна, гальма, двох вертикальних триступінчастих редукторів і восьми ходових коліс, які з'єднано попарно балансирами. Механізм підйому складається із

двох окремих барабанів, зубчасті вінці яких перебувають у взаємному зачеплені. Привод кожного барабана має власний електродвигун, двоступінчастий редуктор, гальма. Система кріплення гаків до траверси забезпечує їх обертання у двох взаємно перпендикулярних напрямах.

Допоміжний візок оснащено двома окремими механізмами підйому різної вантажопідйомності і має також механізм переміщення. Механізм підйому більшої вантажопідйомністі призначається для кантування розливних ковшів, а меншої вантажопідйомності — для виконання допоміжних робіт, куди відносяться і ремонтні роботи.

Незалежно від призначення кранів методи організації робіт з їх монтажу мають передбачати реальну підготовку, куди можна віднести суміщення монтажних робіт з будівельними роботами, попереднє виконання робіт, що не пов'язані з будівельним майданчиком. Сюди відноситься ревізія кранових механізмів, укрупнене складання вузлів, підготовка технічних засобів, мастильних матеріалів і т.п. Належним чином проведені підготовчі роботи з монтажу мають включати організацію монтажного майданчика, оснащення його механізмами і пристроями, подачу обладнання на монтаж і приймання підкранової колії.

Майданчик для монтажу кранів має розташовуватись так, щоб існуюча сітка тимчасових чи постійної залізничної колії і безрейкових доріг забезпечувала своєчасне надходження обладнання, до того ж переважно у вихідне для підйому положення.

Для подачі кранового обладнання на монтажний майданчик використовується переважно залізничний транспорт. Прогонні балки кранів довжиною понад 8м подають на зчепі з двох чи трьох платформ. Візки, трансмісії, редуктори, блоки подають на платформах. Застосовуються і інші транспортні засоби (трайлери, трактори і т.п.). На короткі відстані у межах монтажного майданчика балки кранів пересувають за допомогою поліспастів і електролебідок. Для цього балки установлюють на котки, кількість яких має бути такою, щоб не здеформувати нижні пояси балок.

Незалежно від способу транспортування необхідно визначитись зі способом і послідовністю подачі балок крана на майданчик. Кожну балку слід доставляти на майданчик таким чином, щоб не було потреби її повертати на 180° у вихідне положення для підйому на підкранові балки.

Майданчик для укрупненого складання поза цехом, в якому монтують кран, необхідно вибирати так, щоб транспортування укрупнених вузлів було сумісним із мінімальними витратами і був забезпечений необхідними шляхами і засобами транспорту. Вузли великої ваги доцільно подавати зразу під монтажні механізми.

2. МОНТАЖ КРАНОВОЇ КОЛІЇ

Якості монтажу кранової колії приділяють особливу увагу, оскільки вона суттєво впливає на надійність кранів в цілому і на надійність їх окремих вузлів.

Правилами Держгіртехнагляду допуски на монтаж рейок колії установлено такі: взаємне зміщення торців стикування рейок у плані і по висоті для мостових кранів 2 мм; відхилення у відстані між осями рейок 5–10 мм; різниця між відмітками голівок рейок в одному поперечному розрізі і на сусідніх колонах 15 мм.

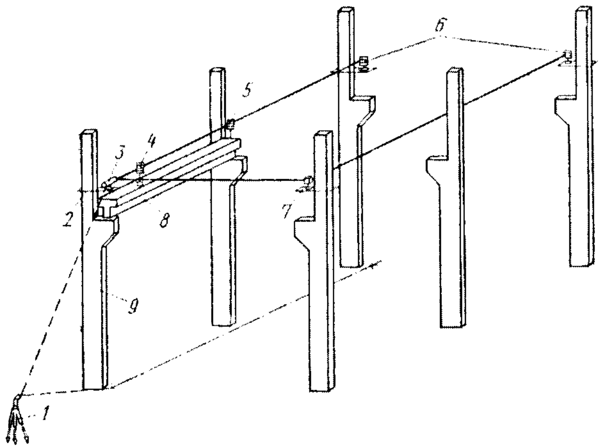
В умовах металургійного виробництва і роботи кранів у тяжких і дуже тяжких режимах широкого застосовування набуло кріплення рейок за підошву притискними планками на болтах із прямокутною голівкою. На верхню полицю балки приварюють накладки з двома Т-подібними пазами перпендикулярно до осі рейок. Накладки слугують одночасно упорами для підошви рейок, що утримує їх від зміщення з подовжньої осі.

Укладення рейок із заданою точністю і випрямлення виконують за допомогою з'ємних гвинтових упорів,що закріплені на протилежному боці рейок.

Свердлення отворів у підошвах рейок для кріплення чи у вертикальній стінці для стикового з'єднання вважається недоцільним, оскільки призводить до концентрації напружень і, як наслідок, до появи тріщин і зломів [26]. Тому кращим способом з'єднання рейок у стиках визначено електрозварювання. Надійність з'єднання, як зазначає автор роботи [26], забезпечується зварюванням ванним способом у мідному водоохолоджувальному кристалізаторі з наступним повільним охолодженням стику для попередження появи термічних напружень.

Контроль монтажу кранової колії здійснюється як традиційними методами (струни, рівні, оптико-геодезичні засоби), так і за допомогою лазерної техніки. Схема контролю монтажу кранової колії

лазерним променем показана на рис. 7.3. Для ясності зображення кроквові ферми і зв'язки між колонами на рисунку умовно не показані.



1 — лазерний прилад; 2 — консольна підставка; 3 — лазерний візир; 4 — контрольна марка з діафрагмою; 5 — контрольна марка зі шкалою; 6 — опорна марка; 7 — пентапризма; 8 — підкранова балка; 9 — несна колона

Рисунок 7.3
Схема контролю монтажу колії мостових кранів

3. МОНТАЖ МОСТОВИХ КРАНІВ

Існує троє способів монтажу мостових кранів, які приймаються у залежності від маси крана, його конструктивних особливостей і економічних міркувань:

- складання крана на тимчасовій колії, що викладена на шпалах на нульовій відмітці цеху, і підйом крана на кранову колію з установленим і закріпленим на ньому візком з наступним приєднанням кабіни;
- складання мосту крана на клітках, що викладені із шпал, і роздільний підйом на колію мосту, візка і кабіни крана з наступним доскладанням їх на рівні кранової колії;
- укрупнене складання вузлів крана на клітках із шпал і підйом мосту по елементам, візка укрупненими вузлами, кабіни і електрообладнання з наступним складанням конструкцій і механізмів кранової колії.

Мостові крани установлюють у проектне положення різними методами в залежності від їх маси, габаритів, розмірів цеху і інших факторів.

В залежності від основного вантажопідйомного пристрою мостові крани піднімають:

- стріловим краном (баштові, гусеничні);
- однією чи двома монтажними мачтами;
- спеціальними підйомними пристроями (спареними шевровими підйомниками, двошевровими підйомниками, монтажними балками з вантажними поліспастами),закріпленими до будівельних конструкцій споруди;
- вантажними поліспастами, закріпленими до будівельних конструкцій.

До основних методів установлення кранів на проектну відмітку можна віднести:

- підйом крана вище кранової колії з наступним його розворотом і установленням його на колію;
- підйом крана у похилому положенні «рибкою» із відтяжкою крана вбік сусіднього прогону в момент проходу мосту мимо підкранової балки.

Мостові крани строплять по центру мас за нижній або за верхній його пояс. Перший варіант кращий при недостатній висоті цеху. При підйомі мосту у складеному стані між напівмостами установлюють жорсткі монтажні розпірки. Довжина стропів має забезпечити розворот піднятого крана на кут 90°. При підйомі двох напівмостів має бути троє стропів: один двогілковий загальний строп на двох напівмостів і двоє одногілкових роздільних стропів на кожний напівміст.

Оскільки можлива висота підйому є одним із основних факторів при монтажі мостових кранів, то додатково до вказаних заходів для штучного її збільшення можливо використовувати наступне:

- використовувати блок поліспастів з петлею замість гаків;
- кріпити «мертву» нитку поліспаста не до верхнього його блока, а до монтажної балки рядом (0,5–1 м) з місцем прив'язки верхнього блока;
- застосовувати траверси, що не перевищують підйом і установлення візка крана при довжині стропа, що не перевищує відстань від верху моста до нижньої точки крокової ферми.

МОНТАЖ МОСТОВИХ КРАНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БАШТОВИХ КРАНІВ

Схема монтажу за допомогою баштових кранів показана на рис. 7.4. Зокрема використовуються баштові крани БК-1000 вантажопідйомністю 50 т. [24]. При відсутності перекриття споруди чи наявності монтажних отворів монтаж мостових кранів у крайніх прогонах здійснюють з підняттям вузлів кранів з помосту, що розташований зі сторони баштового крана, яка протилежна стороні цеху. При цьому баштовий кран обертається на 180° і опускає вузол у проектне положення. Якщо отвір відсутній, вузли крана подаються по тимчасовій залізничній колії, що проходить перпендикулярно прогону, і з платформи установлюються у проектне положення. Напівмости підіймають з розворотом у горизонтальній площині для проходження через прогін між підкрановими балками.

Монтаж напівмостів крана у середньому прогоні здійснюється одночасно двома баштовими кранами у похилому положенні напівмостів «рибкою».

У всіх випадках після установлення перший напівміст відводиться в бік за допомогою лебідок і на його місце установлюється другий напівміст, після чого вони стикуються. Потім міст відкочується і одним вузлом підіймається візок вище рівня своєї рейкової колії, що розташована на мості. Підкочується кран і на нього установлюється візок. Після цього за допомогою поліспаста і лебідки піднімається і закріплюється на мості кабіна машиніста.

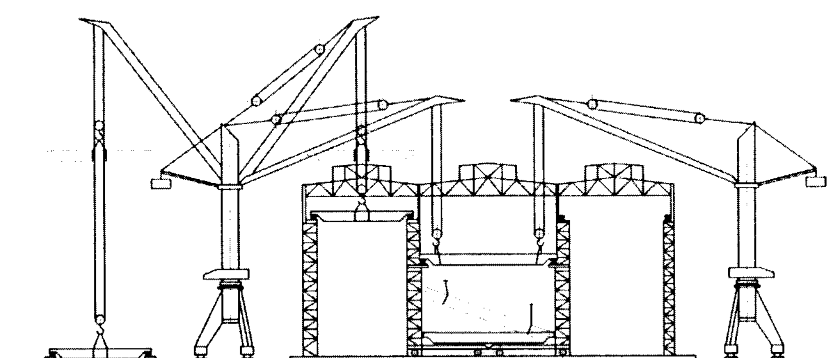
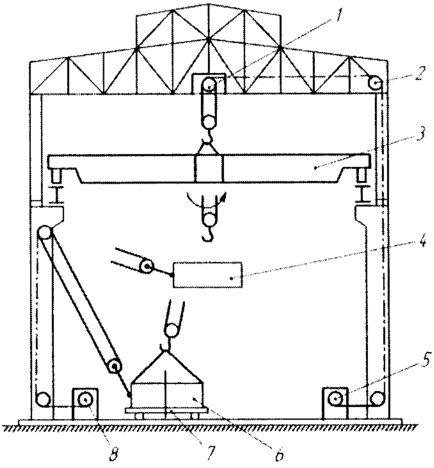


Рисунок 7.4
Схема монтажу мостових кранів за допомогою баштових кранів

МОНТАЖ МОСТОВИХ КРАНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МОНТАЖНИХ БАЛОК і РОЗВОРОТОМ МОСТУ

Схема монтажу із застосуванням цього способу показано на рис. 7.5. Тут використовуються дві лебідки, одна з яких виконує підйом, а друга розвертає і одночасно відтягує міст крана. При цьому кран на вісь установлення розвертають за допомогою відтяжок після підйому крана на 300–400 мм вище кранової рейкової колії.



1 — монтажна балка; 2 — обвідний шків; 3 — проектне положення мосту; 4 — проміжне положення мосту; 5 — лебідка підйому; 6 — транспортне положення мосу; 7 — платформа; 8 — лебідка відтяжки

Рисунок 7.5

Схема установлення мосту за допомогою монтажної балки і розворотом мосту

Можливість розвороту визначається відстанню від осі рейки колії крана до стіни споруди (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Мінімальні відстані від осі рейки колії крана до стіни, при якій можливий розворот крана, мм

Вантажопідйомність крана	Прогін крана, м							
	11	14	17	20	23	26	29	32
5	800	700	650	580	720	720	650	650
10; 15	1120	960	860	780	720	720	650	650
20	1150	980	870	800	750	680	680	680
30	1180	1020	920	830	770	730	730	730
100; 125	–	1730	1540	1380	1270	1180	1100	1100
150	–	2270	2010	–	–	–	–	–
200; 250	–	–	–	1820	1670	1550	1450	1370

МОНТАЖ МОСТОВИХ КРАНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МОНТАЖНИХ МАЧТ ІЗ РОЗВОРОТОМ МОСТУ

Схема монтажу кранів за допомогою монтажних мачт із розворотом мосту показана на рис. 7.6. Тут підйом крана здійснюється у горизонтальному положенні із розворотом у горизонтальній площині над крановою колією. Монтажна мачта установлюється так, що її вершина розташовується над вузлами верхніх поясів металевих крокових ферм споруди цеху. Мачту рекомендують навантажувати симетрично, для забезпечення використовувати її максимальної вантажопідйомності. При нахилі мачти на 70–80^0 до горизонту навантаження зменшують при 80^0 до 30%, а при 70^0 — до 40%.

Можливість розвороту визначається відстанню від осі рейки колії до стіни, а при підйомі мосту разом з візком — відстанню від осі прогону цеху до осі установлення мачти.

Відстань від голівки рейки до верху оголівка мачти визначають із складанням наступних розмірів:

- відстань від вертикалі між голівками підкранових рейок і на мосту крана;
- проекцію на вертикальну площину довжини поліспаста у застегнутому стані;
- висоту стропів;
- відстань від точки кріплення поліспаста на мачті до верху її оголівка.

У таблиці 7.2 наведено відстані від осі прогону цеху до осі установлення мачти.

Таблиця 7.2

Відстань від осі прогону цеху до осі установлення мачти, м

Режим роботи крана	Вантажопідйомність крана, т						
	5	10	15	15/3	20/5	30/5	50/10
Легкий	0,4	0,7	0,7	1,0	1,4	1,2	1,5
Середній	0,4	0,7	0,7	1,0	1,4	1,2	1,5
Важкий	0,4	0,8	0,8	1,0	1,4	1,2	1,5

Якщо візок підіймають окремо,то додатково додають розмір, що відповідає 2/3 його ширини. Отримане значення порівнюють з фактичним і з мінімальним розміром від голівки рейки кранової колії до ферми перекриття.

При підйомі мосту крана разом з візком місце установлення і закріплення візка визначають за формулою [30]:

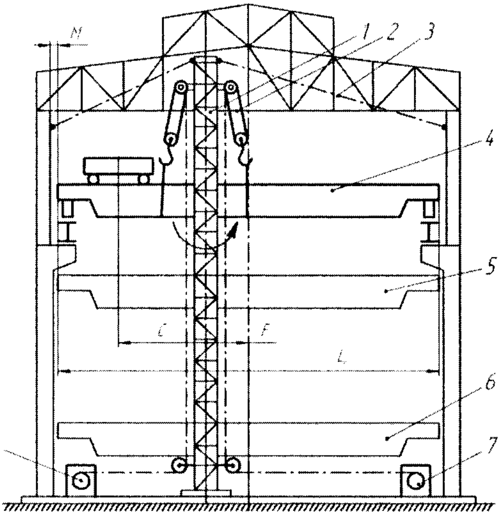
$$C = \frac{P \cdot F}{P_1},$$

де C — відстань від осі мачти до центра маси візка, м;

P — маса мосту, т;

F — відстань від осі прогону цеху до осі установлення мачти, м;

P_1 — маса візка, т.



1 — мачта; 2 — поліспаст; 3 — канат розтяжки; 4 — проектне положення мосту; 5 — проміжне положення мосту; 6 — вихідне положення мосту; 7 — лебідка

Рисунок 7.6

Схема установлення мосту з візком за допомогою монтажної мачти із розворотом мосту

У таблиці 7.3 наведено орієнтовані значення висоти стропів і довжини поліспастів у стягнутому стані, розмірів від точки кріплення вантажного поліспаста мачти до верху її оголівка.

Таблиця 7.3

Розміри стропів і поліспастів монтажної мачти, мм

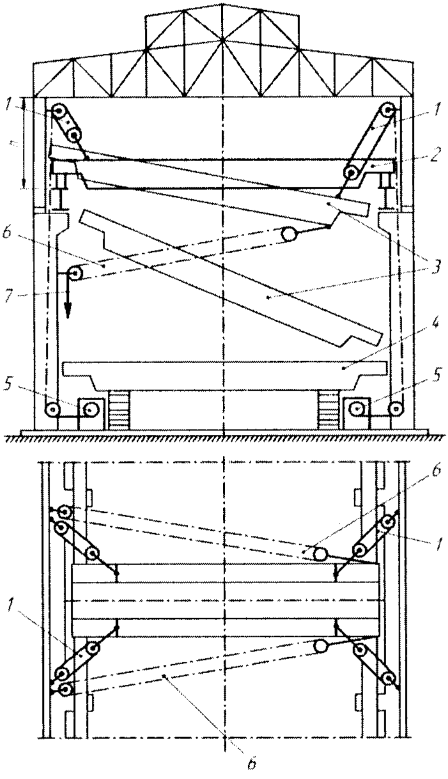
Показник	Вантажопідйомність поліспаста, т				
	5	10	20	30	50
Довжина поліспаста у стягнутому стані і з розмірами блоків	1360	1700	2100	2100	2250
Висота стропів	700	1000	1250	1250	1250
Розмір між точкою кріплення поліспаста на мачті до її оголівка	250	330	370	450	500

МОНТАЖ КРАНА ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЛІСПАСТІВ

Схема монтажу крана за допомогою поліспастів, що прикріплені до будівельних конструкцій споруди (цеху), показана на рис. 7.7.

Монтаж здійснюється за допомогою чотирьох підйомних стропів і двох, що призначаються для відтяжки мосту, поліспастів, які прикріплені до будівельних металевих конструкцій. Підйом мосту здійснюється у його похилому стані. Для виконання монтажних робіт необхідно, щоб [30]:

- між колонами у однієї із сторін цеху був вільний отвір;
- ширина вільного отвору була більше ширини мосту;
- відстань від голівки рейок кранової колії до перекриття цеху була не менше величин h, що вказані у табл. 7.4;
- при роботі двома мачтами відстань b між ними і мінімальна відстань по висоті від голівки рейки колії до верху оголовків мачт при підйомі візка d відповідала даним таблю 7.5.



1 — підйомний поліспаст; 2 — проектне положення мосту; 3 — проміжні положення мосту; 3 — вихідне положення мосту; 4 — лебідка підйому; 5 — поліспаст відтяжки; 6 — до лебідки відтяжки

Рисунок 7.7

Схема підйому мосту у похилому положенні поліспастами, що прикріплені до будівельних конструкцій споруди

Таблиця 7.4

Мінімальна відстань від голівки рейки колії до перекриття цеху h

Вантажопідйомність крана, т	h, м	Вантажопідйомність крана, т	h, м
5	1,3	75/20	2,1
10	1,6	100/20	2,3
15, 15/5	1,75	125/20	2,6
20,5	1,6	150/30	2,7
30,5	1,7	200/30	2,8
50/10	1,9		

Таблиця 7.5

Значення b і d

Розмір, мм	Вантажопідйомність крана, т					
	75/20	100/20	125/20	150/30	200/30	250/30
D	5500	6000	6000	6500	7600	7600
b	5200	5500	5500	6000	7500	7500

4. ОСОБЛИВОСТІ МОНТАЖУ СПЕЦІАЛЬНИХ МЕТАЛУРГІЙНИХ КРАНІВ

До спеціальних металургійних кранів відносяться важкі заливні і розливні крани, вантажопідйомність яких досягає 630 т, стріпперні крани вантажопідйомність до 250 т, колодязні крани прокатних цехів і інші. Особливістю цих кранів є їх велика маса і складність конструкції, що визначає відмінність у методах монтажу, вимогах до металоконструкції споруди (місця установлення кранів) і монтажного оснащення від того, що використовується при монтажі кранів загального призначення.

При монтажі цих кранів застосовуються двоє основних методів їх установлення у проектне положення: з використанням спеціальних монтажних балок і такелажного оснащення, що закріплюються на несних конструкціях каркаса споруди, і за допомогою баштових чи самохідних стрілових кранів [24]. Тобто тут застосовуються ті ж методи, що і розглянуті вище. Проте, якщо крани загального призначення можуть підійматись у проектне положення за один захід, то тут установлюють у певній послідовності окремі вузли, а повний монтаж здійснюється у проектному положенні крана.

Мости великих кранів надходять у монтаж розстикованими на окремі балки: дві головні разом з механізмами переміщення, кінцеві балки допоміжних балок, що складаються із трьох секцій, кінцеві балки допоміжних балок і дві допоміжні балки. Балансири (балансирні балки) і ходові візки транспортують окремо.

Головні поздовжні балки мосту піднімають окремо після ретельно проведеного стропування з приєднаними до них крайніми секціями кінцевих балок, балансирами і ходовими візками. Балки піднімають на 100 мм вище рейок кранової колії, розвертають поперек прогону і опускають на рейки. Раніш підняту балку посувають з місця на відстань бази крана. Після цього підіймають і стикують з головними середні секції кінцевих балок. Іноді застосовують роздільний підйом балансирів, головних і кінцевих балок із з'єднанням їх на крановій колії монтажними болтами.

Для підйому вузлів цих кранів використовують спеціальні безмоментні монтажні балки з малогабаритними поліспастами вантажопідйомністю до 100 т. Монтажну балку установлюють на верхні пояси двох суміжних крокових ферм температурного шва у гребеневому вузлі і приєднують до них монтажними вузлами.

Особливість балки полягає у тому, що при відхиленні вантажного поліспаста від вертикалі у гребеневому вузлі ферми не виникає додатковий момент. Тому балка отримала назву безмоментної.

5. КОНТРОЛЬ ЗА СКЛАДАННЯМ МОСТУ З ХОДОВИМИ КОЛЕСАМИ

Перед остаточним складанням монтажних стиків обов'язково вивіряють правильність геометричної форми мосту і установлення ходових коліс. Це необхідно для того, щоб запобігти заклинюванню крана на рейковій колії, руйнування реборд коліс і передчасного їх зносу. Тому до остаточного з'єднання монтажних стиків кінцевих балок перевіряють правильність складання мосту.

Існує декілька способів установлення правильності геометричної форми мосту і установлення ходових коліс. В той же час в кожному способі в основу покладена побудова прямокутника, через рівність діагоналей якого і визначається правильність складання мосту. Різниця полягає лише у тому, де будуть розташовуватись вершини цього прямокутника і яким інструментарієм будуть вимірюватись діагоналі. Наприклад, одним із відомих і простих способів ці вер-

шини установлюються на голівках рейок кранової колії за допомогою висків, що опускаються із зовнішніх скатів крайніх кранових коліс. Позначки мають лежати на осі, яка проходить через середини скатів. Після установлення вершин прямокутника кран відганяється вбік і здійснюється вимірювання відстаней між нанесеними позначками. Недоліком цього способу є необхідність вивільнення місця для вимірювань, що створює певні незручності.

Більш зручним способом вважається спосіб, при якому вершини прямокутника утворюються шляхом перехрещення осей прогонових і кінцевих балок мосту (рис. 7.8, а), а відлік здійснюється від зовнішніх поверхонь скатів коліс через відстань *L*. У цьому випадку вершини прямокутника CABD перебувають на голівках рейок колії візка. При рівності діагоналей CB і DA фігура CABD буде являти собою правильний прямокутник і, отже, складений міст буде мати правильну форму [18]. Різниця у розмірах діагоналей має бути не більше 5 мм [26].

При застосуванні у кранових колесах підшипників ковзання необхідно вимірювати зазори між маточиною і шайбами кінцевих балок а і $a^{|}$. При нерівності цих зазорів осі належить зміщувати вбік більшого зазору на величину, що дорівнює половині різниці зазорів.

Загалом метод діагоналей застосовується з прогоном кранів до 16 м, а при прогонах більше 16 м використовують метод із побудовою базису (рис. 7.8). Метод базису полягає у тому, що на підкранових балках установлюють і вивіряють по рівню теодоліт і направляють його візирну вісь поздовж площини ходових коліс. Оскільки площини коліс можуть бути потайливими у кінцевих балках, візирну вісь теодоліта виносять вбік на рівну відстань від обох коліс (розмір *m*). При цьому належить вносити поправку на нерівність зазорів між маточинами коліс і упорними шайбами, тобто зсунути колесо на половину зазорів. Потім зорову трубу теодоліта повертають за лімбом на 90^0 і відмічають положення візирної осі (базису) на кранових колесах. Перевірення мосту зводиться до визначення відстаней *m* для кожного ходового колеса, оскільки винесені точки A′, B′, C′, D′ пов'язані з розмірами мосту.

Якщо внаслідок перевірення виявиться, що різниця у розмірах поздовжніх сторін крана і діагоналей відхиляється більш ніж 5 мм, то міст виправляють. Для цього за напрямом більшої діагоналі до конструкції крана кріплять поліспаст у декілька ниток із каната діаметром 25–30 мм, ходову нитку якого прикріпляють до лебідки. Після

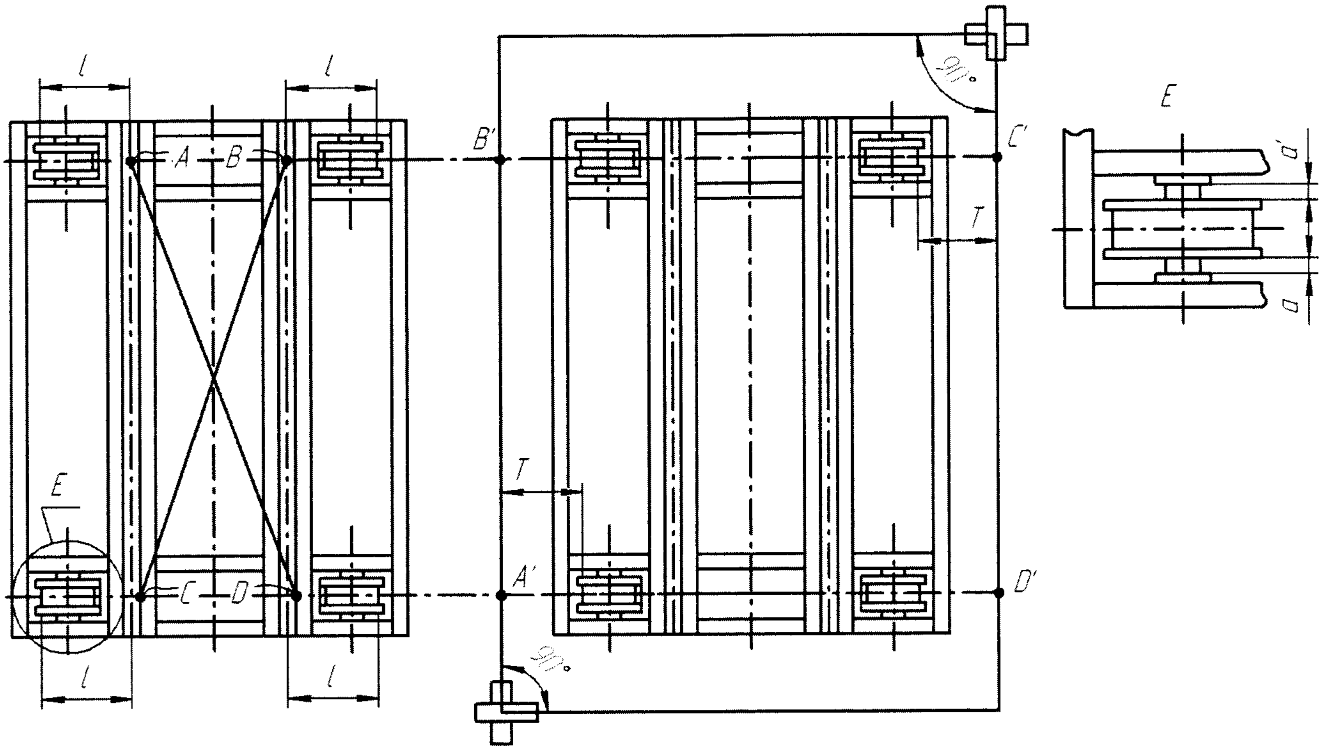


Рисунок 7.8

Перевіряння правильності геометричної форми мосту (за В.О. Криловим): а — за діагоналями і сторонами; б — побудова базису

послаблення складальних болтів у монтажних стиках кінцевих балок вибирають слабину каната поліспаста і ходову його нитку натягують лебідкою. Без зняття поліспаста знову перевіряють розміри моста і при їх відповідності остаточно з'єднують монтажні стики. Таким способом виправляють мости кранів великої вантажопідйомності [18].

Мости кранів малої і середньої вантажопідйомності виправляють більш простим способом. Міст крана ставлять у тупиків підкранових балок з попереднім їх перевіренням на правильність установлення. У монтажних стиках кінцевих балок вивільняють болти і гвинтовим домкратом, що установлений під кутом 45^0 до кінцевої балки і спирається на одну із будівельних колон, виправляють форму мосту [18].

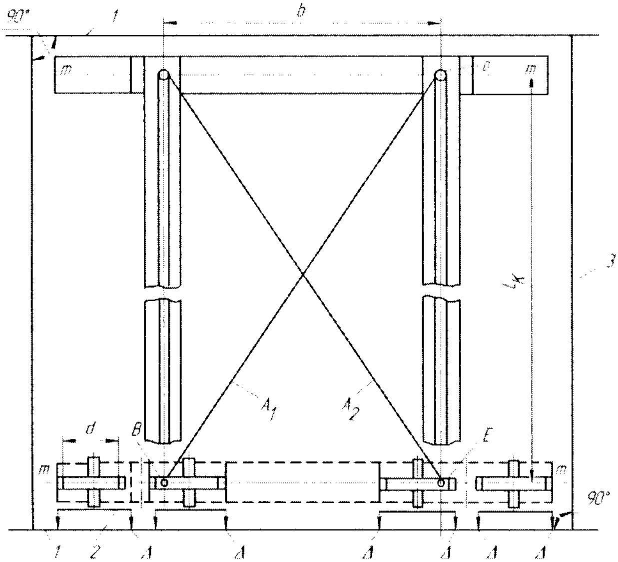
Коли міст крану приведено до форми правильного прямокутника, перевіряють правильність рейкової колії візка. Відхилення у вимірах мають бути у межах ±3 мм.

Значно більш високу точність і простоту перевірення правильності складання мосту забезпечує застосування лазерної техніки. На одну із вершин прямокутника BCDE (рис. 7.9), що отримана на перехрещенні осей прогонових і кінцевих балок, установлюють лазерний прилад, а на інші три вершини — пентапризмові лазерні відбивачі, що повертають промінь на 90^0. При цьому лазерний прилад повинен мати випромінювач, який незалежний від зорової труби. Після направлення променя, наприклад, із точки в у точку С, повертають зорову трубу точно на кут 90^0. Якщо лазерний промінь повертається у центр візка, то це свідчить, що фігура BCDE є прямокутником. Цей метод побудовано на принципі авторефлексії, при якому відбувається проєцирування вимірювальним приладом об'єкта у площину свого об'єктива.

При методі базиса вимірюють також відстань між осями кінцевих балок з двох сторін мосту. Їх різниця не повинна перевищувати 5 мм і на цю ж величину ці відстані не мають відрізнятись від прогону крана $L_к$ (рис. 7.9). Колія візка на двох кінцевих балках не повинна відрізнятись від номінальної величини в більш ніж на 3 мм і не має бути більше 3мм різниця між ними.

Для перевіряння можливих перекосів установлених коліс закріплюють на їх осях спеціальні стрілки і виміряють відхилення кінців стрілок від базисного лазерного проміню у діаметральній площині коліс паралельно крановим рейкам. При цьому пересувають кран на півоберту колес в один і інший бік. За фактичне відхилення

від базиса Δ приймають середнє значення із двох вимірів. Допуск на перекіс [Δ] ≤ 0,00d, де *d* — діаметр колеса по ободу кочення [26].



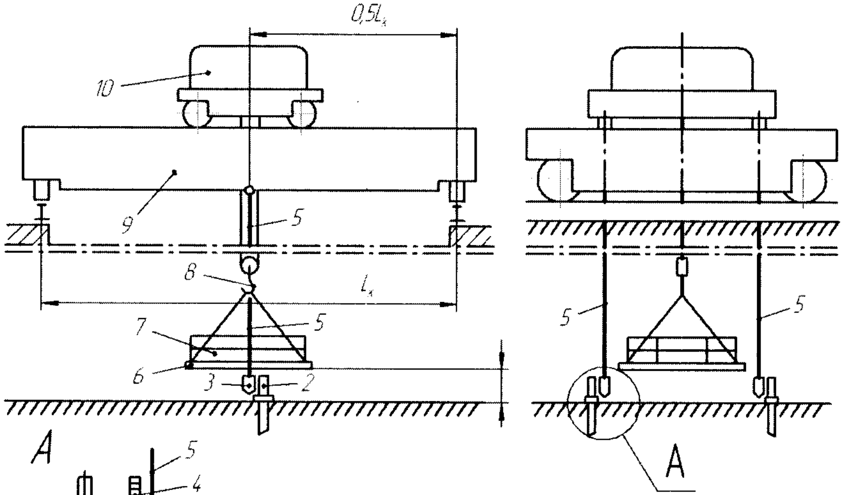
1 — базисний промінь лазера; 2 — стрілки на колесах; 3 — сторона базисного прямокутника; A_1 і A_2 — діагоналі між вершинами прямокутника; $L_к$ — прогін крана; B — колія візка; m-m — поздовжня вісь колес і рейок кранової колії

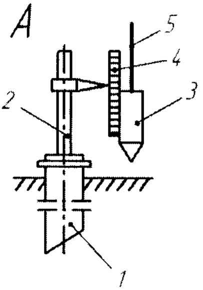
Рисунок 7.9
Схема визначення правильності складання мосту

Подібним чином перевіряють на прямокутність і раму візка. Допустима різниця тут складає 3 мм.

6. ВИПРОБУВАННЯ КРАНІВ

Після налагодження і обкочування крана перед здачею в експлуатацію кран має пройти статичне і динамічне випробування. Для статичного випробування приймається вантаж, який на 25% перевищує номінальну вантажопідйомність крана. При цьому випробуванні кран 9 (рис. 7.10) установлюють над опорами (колонами) підкранових балок, а його візок 10 — у центрі прогону мосту. На гак 8 підвішують вантаж (платформу 6 зі сталевим прокатом чи злитками). Платформу з вантажем підіймають на 200–250 мм.





1 — прокатний кутик; 2 — рейсмус; 3 — візок; 4 — вимірювальна лінійка; 5 — дріт; 6 — платформа; 7 — вантаж; 8 — гак крана; 9 — кран; 10 — візок

Рисунок 7.10

Випробування мостового крана і визначення пружного прогину металоконструкції (за В.О. Криловим)

На такій висоті її витримують на протязі 10 хв і вимірюють стрілу прогину обох несних ферм крана. Здійснюють це за допомогою висків 3, що підвішені до кожної ферми на дроті 5. До висків прикріпляють вимірювальну лінійку 4, по якій визначають прогин, що рівний різниці відліків до підйому вантажу і після витримання його у піднятому положенні (на весу) на протязі 10 хв. Відлік показань здійснюється стрілкою рейсмуса. Щоб деформація ґрунту під вантажем не вплинула на результати вимірів, у нього забивають кутик 1 довжиною 1,5–2,0 м, на який ставлять стійку рейсмуса. Прогин ферм крана має бути виключно пружним (без залишкових деформацій).

Після задовільного статичного випробування кран піддають динамічному випробуванню вантажем, який приймається на 10% більшим за номінальну вантажопідйомність. Ці випробування полягають у повторних підйомах і опусканнях вантажу, переміщенні візка і крана по своїм коліям до кінцевих вимикачів.

Розділ 8
Монтаж обладнання для підготовки сировини до металургійного переділу

1. ВАГОНОПЕРЕКИДАЧІ

Вагоноперекидачі призначаються для розвантаження сипких матеріалів із відкритих напіввагонів, які надходять на металургійні підприємства з сировиною.

Застосовуються баштові і роторні вагоноперекидачі. Баштові вважаються застарілою конструкцією. Тому в останні роки перевага надається роторним вагоноперекидачам, які поділяються на стаціонарні та пересувні. Застосування стаціонарних вагоноперекидачів вимагає запровадження розгалуженої гілки стрічкових транспортерів, а пересувні розвантажують вагони безпосередньо у розвантажувальну траншею. Отже, на зміну баштовим пересувним вагоноперекидачам, що мають цілу низку суттєвих недоліків, доцільно використовувати роторні пересувні вагоноперекидачі. При цьому зберігається структура рудного двору (наприклад, рудного двору доменних цехів).

Роторні вагоноперекидачі призначаються для розвантаження напіввагонів вантажопідйомністю 60, 93 і 125 т.

На рисунку 8.1 показано пересувний роторний вагоноперекидач [20]. Переміщується вагоноперекидач вздовж розвантажувальної траншеї 1,що розташована під його мостом. Міст 2 виконано у вигляді плаской металоконструкції і спирається він на шість ходових візків 3, серед яких троє мають приводні скати. На мосту розташовуються візки 4 з установленим на них ротором 5. Обертання ротора на кут 180 град. для розвантаження вагона 7 і переміщення візків 4 для подачі вагона до розвантажувальної траншеї здійснюється від одного привода, який змонтований на візку.

Ротор оснащено платформою 6 з рейками для установлення вагона (вісь рейкових шляхів платформи у вихідному положенні співпадають з віссю залізничних шляхів, по яким подають вагони на розвантаження).

Матеріал із траншеї забирають грейфером перевантажувального крана, яким можна подавати матеріал у пересувну воронку 9 для укладання на прибиральний конвеєр 10 або безпосередньо на склад для формування штабелів 11..

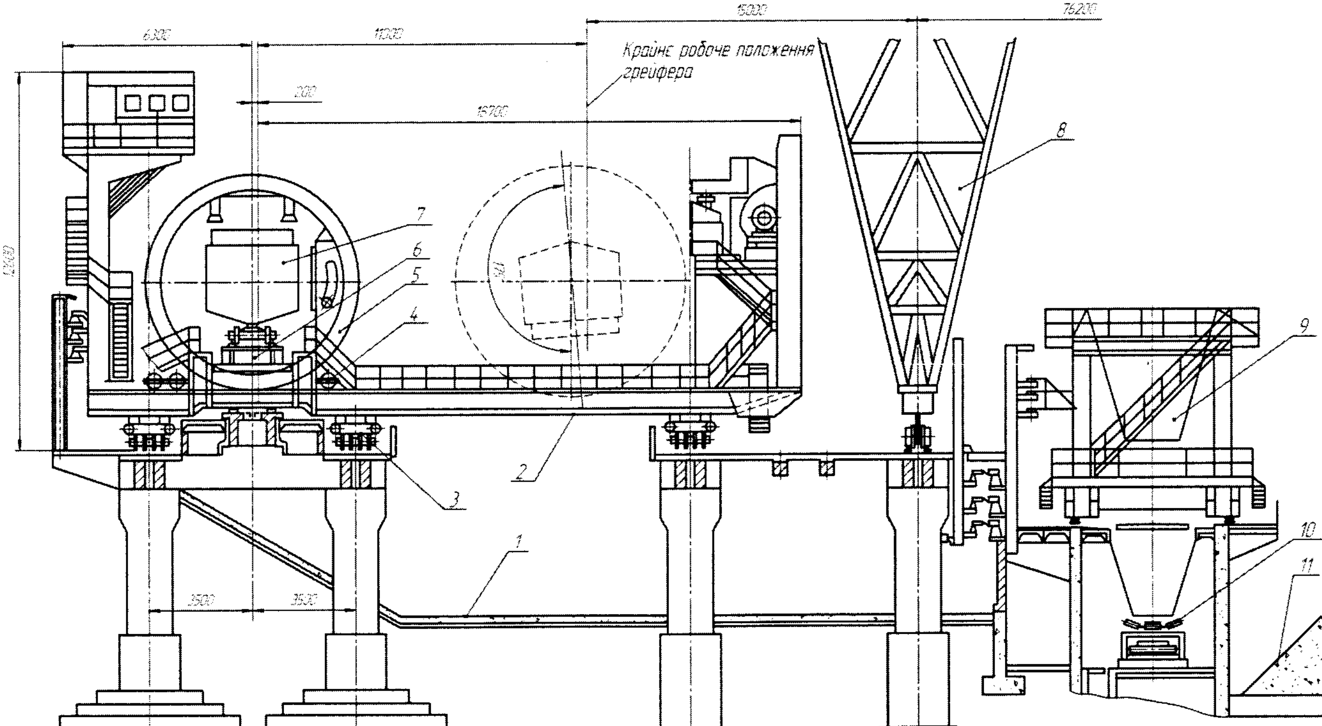


Рисунок 8.1

Пересувний роторний вагоноперекидач

За винятком застарілого доменного виробництва на інших підприємствах чорної і кольорової металургії застосовуються виключно стаціонарні роторні вагоноперекидачі, в яких на відміну від пересувних ротор 1 (рис. 8.2) спирається чотирма бандажами 2 на стаціонарні балансирні роликові опори 11. Розвантажують вагони безпосередньо у бункери, що перебувають безпосередньо під ротором [20].

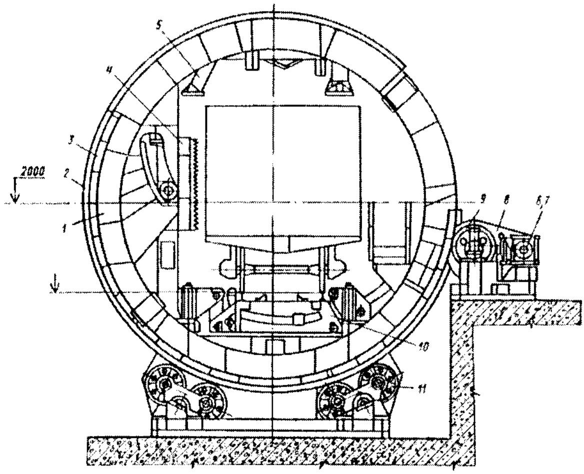


Рисунок 8.2

Стаціонарний роторний вагоноперекидач (вигляд з боку подачі вагонів)

Двоє зубчастих вінців 3 ротора перебувають у зачепленні з шестернями 9, які обертаються від двох електродвигунів 6 через редуктори 8. Вихідні вали редукторів поєднані між собою трансмісійним валом. Кожний двигун оснащено гальмами 7.

У процесі кантування ротора платформа 10, що підвішена на тягах, переміщується у бік вертикальної стінки L-подібної люльки, вагон підходить до плит 4 і затискується при підході до верхніх упорів ротора 5.

Монтаж найбільш поширеного роторного стаціонарного вагоноперекидача розпочинають після закінчення монтажу розташованих під ним конвеєрів, живильників і приймальних бункерів, але до побудови будівлі (або іншого перекриття).

Робота з монтажу поділяється на декілька основних стадій [18, 25]:

- підготовка обладнання вагоноперекидача до монтажу;
- монтаж роликоопор;
- монтаж ротора;
- монтаж люльки і платформи під вагон;
- монтаж привода;
- монтаж засобів для струсу матеріалу;
- перевірка параметрів вагоноперекидача;
- монтажні випробування.

ПІДГОТОВКА ОБЛАДНАННЯ ДО МОНТАЖУ

До початку монтажних робіт необхідно, перш за все, перевірити комплектність вузлів згідно з проектом і комплектовочною відомістю, оглянути складові щодо відсутності на поверхні деталей шпарин, тріщин, механічних пошкоджень та стану зварних швів, наявності на деталях маркировочних написів. При огляді і перевірці приводних механізмів, що надійшли у складеному стані, необхідно розкрити підшипникові вузли та розконсервувати підшипники, відпустити болти кріплення корпусів підшипників до опорних рам. При цьому належить перевірити щільність прилягання опорних площин, яка має складати не більше 0,1 мм (установлюється щупом), і потім затянути болти. Слід також перевірити відповідність кресленню розташування отворів під фундаментні болти у рамах приводних шестерней. Відхилення отворів має бути не більше ±5 мм. Під лапами електродвигунів мають бути прокладки, що дозволяють здійснювати у процесі монтажу і експлуатації їх центрування.

При підготовці також необхідно виконувати складання дисків ротора бандажів і зубчастих вінців, що здійснюється на стелажах, які виготовляються із залізничних шпал шляхом їх скріплення скобами у вигляді клітки.

Місця стиків напівдисків при укладці необхідно розташувати в прорізі стелажів. Кожний диск складають з двох напівдисків, які з'єднуються накладками на монтажних болтах, а після вивірення оброблюються отвори (рейберовка) і установлюються проектні болти. Циліндричні поверхні напівдисків повинні співпадати. Всі платики, на які установлюється торець зубчастого вінця, повинні лежати в одній площині при допустимому відхиленні не більше 0,2 мм\м. Згідно із заводською розміткою на циліндричній поверхні дисків установлюють бандажі, що складаються із трьох секцій, які зварюють між

собою на диску. За базову поверхню приймають оброблену площину торцевих платиків кріплення вінця. Кінці бандажів закріплюють на диску за допомогою спеціальних замків, планки яких приварюють у нижній частині диска, а у верхній — після обкочування бандажів.

Секції зубчастого вінця установлюють відповідно заводському маркируванню.

Після вивірення остаточно обробляють отвори (рейберовка)і установлюють проектні болти. Затягуються болти в декілька прийомів і розпочинають з болтів, які розташовані усередині секції, далі почергово з кожного боку за напрямом до країв секції.

Складання і укрупнення вузлів обладнання вагоноперекидача може здійснюватись кранами вантажопідйомністю 15–25 т.

МОНТАЖ РОЛИКООПОР

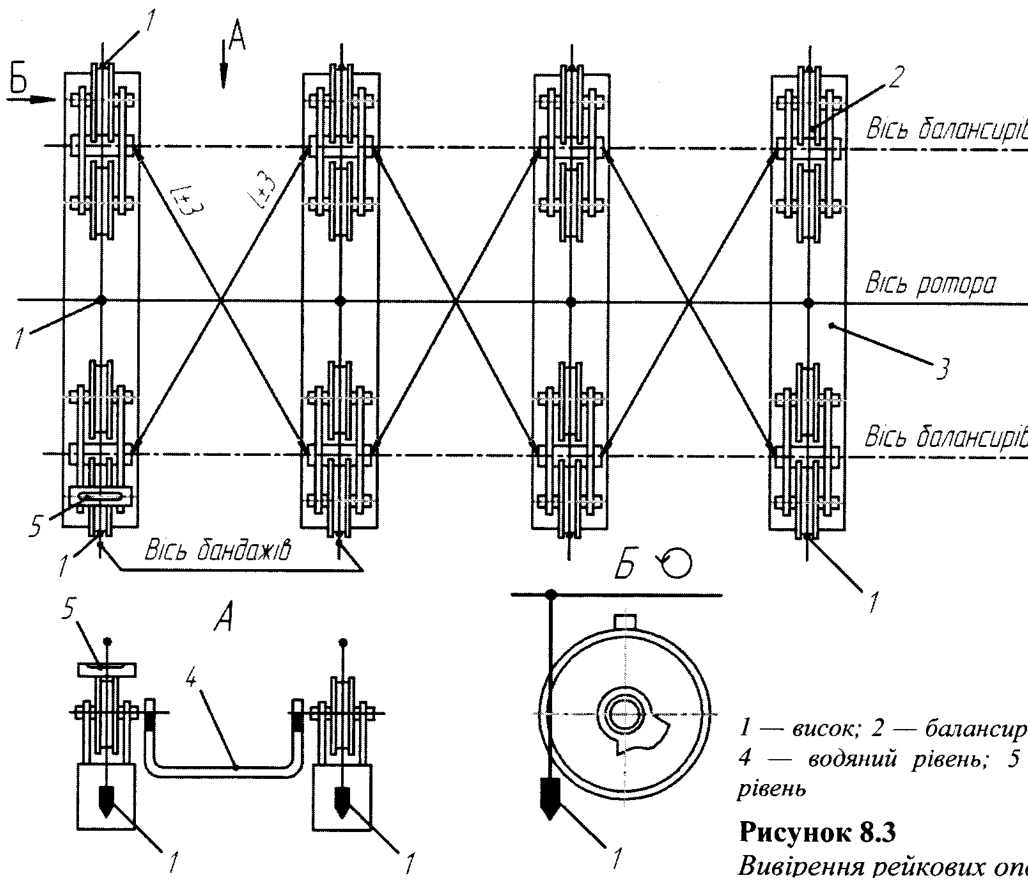
При монтажі роликоопор вимагається особлива старанність, оскільки від правильного їх установлення загалом залежить нормальна робота усього агрегату.

Рами з роликоопорами установлюють на підкладки, які розташовані з обох боків кожного анкерного болта. Кількість підкладок в кожному пакеті не повинна бути більше трьох. Опорна поверхня підкладок вибирається з умови, що навантаження на неї має складати не більше 4,0 МПа. Висота пакетів приймається у межах 30–50 мм для забезпечення якісного наступного підливання розчином.

Підкладки мають щільно прилягати до бетону фундаменту і низу рами балансирів. Вимірюють зазори щупом. При цьому щуп товщиною 0,1 мм не повинен входити в місця контактування підкладок і рам.

Допустимі відхилення при установленні балансирних роликоопор мають бути такі: найбільша різниця відміток осей — 2 мм; різниця довжини між торцями осей балансирів — 3 мм, а по рівню на ребордах роликів — 0,2 мм\м.

Вивірення виконують із використанням поздовжної осі ротора і осей дисків. Монтажною базою для установлення роликоопор приймається центр осей балансирів і всі прив'язування при вивірюванні здійснюються по цим центрам. При цьому наносяться мітки (точки) на окремі елементи з точністю ±0,5 мм. Зокрема мітки наносяться на верхні полички швелерів рам посередині відстані між осями балансирів та на зовнішніх роликах посередині канавки.



1 — висок; 2 — балансир; 3 — рама; 4 — водяний рівень; 5 — валовий рівень

Рисунок 8.3
Вивірення рейкових опор

Із дроту діаметром 0,3–0,5 мм над роликоопорами натягають струни (осі ротора і бандажів) (рис.8.3). Положення цих струн-осей повинні співпадати з мітками на відповідних планках фундаментів і провіряються виском. При вивірянні роликоопор висок опускають в місцях перетину осей, а потім по нанесеним міткам на верхніх поличках швелерів рами установлюють лінійку. При цьому нитка виска повинна щільно торкатись краю лінійки і поділяти відстань між поличками рами навпіл.

Правильність установлення роликоопор відносно осей балансирів провіряють виском, що опускається від натягнутих струн осей бандажів по дотичній до канавки зовнішніх роликів, де раніше були нанесені мітки. При цьому нитка виска повинна співпадати з міткою. Висотні відмітки роликоопор вивіряють нівеліром (або гідростатичним чи валовим рівнем) по відношенню до реперів. В останні роки розпочинається застосування лазерної техніки.

Точність установлення роликоопор у горизонтальній площині перевіряють також шляхом порівняння діагоналей між центрами торців осей і балансирів суміжних роликоопор.

Після попереднього вивірення підливають цементним розчином анкерні болти. Потім, коли розчин затужавіє, остаточно перевіряють установлення роликоопор. Результати заносять у формуляр і підливають роликоопори остаточно.

МОНТАЖ РОТОРА

Ротор монтують або з укрупненням секцій (при наявності майданчика для монтажу), або поелементно (при відсутності таких майданчиків). В останньому випадку диск ротора установлюють безпосередньо на змонтовані опори. Для цього попередньо на шпали між роликоопорами укладують нижні опорні балки. Потім зібрані диски установлюють у вертикальне положення на ролик опори і закріплюють тимчасово у цьому положенні розчалками. Причому розчалки мають розташовуватись таким чином, щоб не ускладнювали установлення поздовжніх балок ротора.

З'єднання дисків повздовжніми зв'язками розпочинають із нижніх опорних балок, після установлення яких монтують верхні балки. Усі з'єднання виконують попередньо на монтажних болтах, а після перевірення ротора на паралельність і вертикальність дисків монтажні болти замінюють на постійні чистові болти. Відхилення

дисків від вертикалі не має перевищувати 1 мм\м, а різниця довжин діагоналей по нижнім і верхнім балкам не повинна бути більше 5 мм. Опорні площини дисків повинні бути на одному рівні, а їх різниця — не більше ±1 мм.

Після установлення постійних болтів знімають тимчасові розчалки і за допомогою ручних важільних лебідок 2–3 рази обертають ротор на 175 градусів, щоб впевнитись у правильності закріплення бандажів і надійності роботи роликоопор. Одночасно перевіряють биття зубчастих вінців за допомогою індикаторів у шести місцях по довжині дуги 175 градусів. Радіальне і осьове биття вінця допускається у межах 1,5 мм. Регулювання здійснюють за допомогою прокладок.

МОНТАЖ ЛЮЛЬКИ І ПЛАТФОРМИ

Після монтажу нижніх балок установлюють люльку разом із закріпленими цапфами. Для можливості установлення роликів цапфулекальний проріз дисків ротора знімають кришки лекал. При монтажі платформи, щоб завести її в отвір між верхом нижньої балки і боковими кронштейнами люльки, необхідно подавати її у нахиленому положенні і при несовпадінні площин кронштейнів люльки і платформи, за допомогою яких здійснюється зв'язок цих вузлів. Після введення платформу установлюють на необхідний рівень і з'єднують з люлькою за допомогою тяг і буферів.

МОНТАЖ ПРИВОДА

Спочатку установлюють підвінцеві шестерні і перевіряють їх зачеплення із зубчастими вінцями. При цьому радіальний зазор між зубцями шестерней і вінців повинен бути в межах 0,2–0,3 модуля, а контакт у зачепленні зубців має бути по висоті зуба не менше 25% і по довжині зуба не менше 30%. Поверхню контакту перевіряють за допомогою фарби. Різниця бокових зазорів по довжині зуба з обох боків не повинна бути більше 0,15 мм, а величина бокового зазору має бути у межах 0,85–2,9 мм [34].

Після перевіряння зачеплення підвінцевих шестерней установлюють привод, в складі якого два редуктори, два електродвигуни з гальмами і трансмісійні вали. Спочатку установлюють редуктори, які поєднують між собою і підвінцевими шестернями. Потім до редукторів приєднуються електродвигуни і гальма. Виставлення кор-

пусів редукторів і стійок підшипників трансмісійних валів виконують за допомогою контрольної лінійки. Вали вивіряють також по рівню. Соосність обох редукторів, з'єднаних між собою зубчастими муфтами, перевіряють по торцям останніх. При установці трансмісій допускається відхилення у розмірах 0,1 мм на 1 погонний метр.

Після установлення вала трансмісій і підшипників перевіряють поверхні їх контакта фарбою і підшабрюють із обробленням масляних канавок. Верхній зазор у підшипниках, який перевіряється щупом, приймається у межах від 0,2 до 0,25 мм.

Складання приводів закінчується холостим випробуванням, при якому регулюють гальма. Зазор між диском і гальмівними колодками у розгальмованому стані повинен бути 0,2–0,3 мм.

МОНТАЖНІ ВИПРОБУВАННЯ

Випробуванням має передувати повністю закінчений монтаж і перевірка усіх вузлів і систем вагоноперекидача, очищення майданчика від сторонніх предметів, установлення запобіжних пристроїв, надійне затягнення болтових з'єднань, перевірення стану гальм.

Спочатку вагоноперекидач випробовують без вагону і ротор обертають короткими вмиканнями, а в крайніх положеннях переналагоджують командо-апарат. Після декількох обертань ротора на малих швидкостях розпочинають обертати ротор на робочих швидкостях і регулюють гальма і кінцеві вимикачі. При цьому усувають виявлені дефекти монтажу.

Для подальших випробувань у вагоноперекидач установлюють порожній вагон. Під час обертання ротора спостерігають за переміщенням вагону. Платформа разом із напіввагоном при повороті на кут 15–17 градусів має плавно і без ударів переміщатись до привальних стінок із щільним приляганням кузова вагону. При подальшому обертанні ротора на кут 54–56 градусів положення платформи не змінюється. Потім платформа разом із люлькою і вагоном переміщується до торкання кузова вагону з упорами рам вібраторів. У випаду зворотнього руху ротора люлька має легко лягти на всі опорні площини дисків ротора. При цьому зазори не допустимі, оскільки це може призвести до руйнування люльки.

Після усунення виявлених дефектів і неполадок здійснюють десять перекидань з порожнім вагоном і одночасним спостереженням за роботою роликоопор, розкатуванням бандажів, переміщенням

платформи з люлькою. При відсутності неполадок проводять випробування на протязі 4 годин із навантаженими вагонами. Випробування вважаються закінченими при розвантаженні від 150 до 200 напіввагонів і умові нормального функціонування усіх механізмів і вузлів вагоноперекидача [25].

2. ГРЕЙФЕРНІ ПЕРЕВАНТАЖУВАЧІ (КРАНИ)

Грейферні перевантажувачі являють собою козлові (портальні) крани. Вони призначені для навантажувально — розвантажувальних робіт на рудних майданчиках (дворах) і вугільних складах металургійних і коксохімічних заводів, переносять шихтові матеріали із приймальної траншеї на рудний двір, штабелюють і усереднюють їх.

В залежності від конструкції мосту перевантажувачі поділяються на перевантажувачі з решітчастим, вантовим і трубчастим мостом.

Перевантажувач з решітчастим мостом (фермою) (рис. 8.4, а) [20] складається і середнього прогону (прольоту) 1 і двох консолей 1а і 1б і спирається на дві ноги (опори) 4 і 6. Відстань між осями ніг — прогонів у більшості перевантажувачів дорівнює 76,2 м (але є перевантажувачі з прогонами 60, 86 і 115 м). Довжина кожної консолі складає від 20 до 40 м в залежності від необхідного вибігу грейфера за опори (довжини l_1 і l_2). Ноги крана спираються на ходову частину 7 з приводом переміщення. На мосту укладені рейки, по яким рухається грейферний візок 5 з грейфером 5а. На рисунку показано формування штабелю 8 шляхом забору складових шихти із приймальної траншеї, куди вони розвантажуються пересувним вагоноперекидачем.

Для зручності завантаження бункерів чи перевантажувальних вагонів на мосту установлюється підвісна воронка, що переміщується по окремим балкам мосту за допомогою привода з канатною передачею. Також передбачені візки 2 для ремонту і обслуговування самих перевантажувачів, які можуть застосовуватися і для заміни скіпів скіпових підйомників доменних печей.

З’єднання ніг з мостом повинне допускати деяке кутове переміщення мосту в горизонтальній площині відносно обох ніг при забіганні однієї з них у процесі руху перевантажувача, а також нахил однієї з них у вертикальній площині для компенсацій температурних деформацій мосту. Практикою доведено, що внаслідок впливу температурних факторів міст може довшати на 80 мм при прогоні 76,2 м.

Тому з урахуванням цих обставин одну ногу виконують хитною і гнучкою і кріплять до мосту шарнірно, іншу ногу виконують жорсткою.

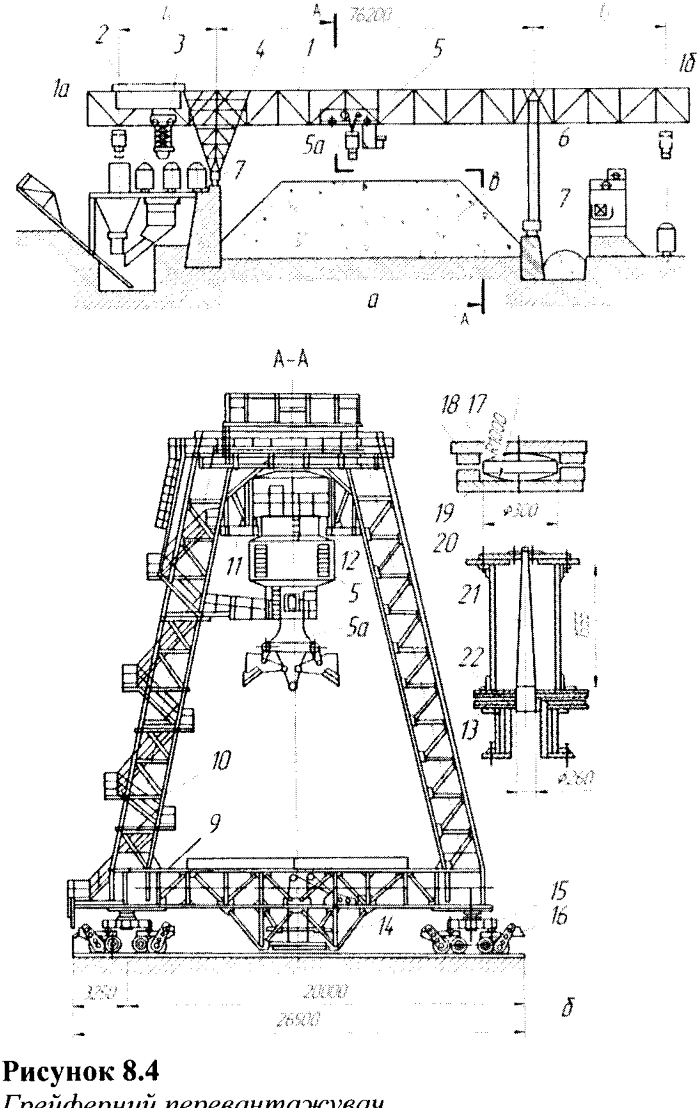


Рисунок 8.4
Грейферний перевантажувач

Гнучка опора (рис. 8.4, б) виконана у вигляді пласкої металевої арки 10 з нижньою рамою 9. Міст 18 спирається на гнучку ногу 19 (рис.8.4, в) через сферичний підп’ятник 17.

Жорстка нога (рис. 8.4, г) на відміну від гнучкої виконана у вигляді двох арок, що симетрично розташовані під кутом до вертикальної осі. По бокам вони зв'язані двома трикутними фермами, вгорі-горизонтальною фермою і внизу — рамою (затяжкою).

Міст з'єднується із жорсткою ногою віссю 21, яка вгорі жорстко закріплена на фермі 20 мосту, а нижня циліндрична частина вільно сидить у втулці верхньої частини 13 ноги.

Ферми моста (рис. 8.4, б) з'єднується між собою поперечними рамами 11, по нижнім пояскам яких на консолях із внутрішньої сторони розташовані балки 12, що несуть на собі рейки для грейферного візка 5 з грейфером 5а і кабіною машиніста. На зовнішніх консолях поперечних рам 11 розташовані балки з рейками для пересувної рами з напрямною воронкою. Ноги крана через балансири 15 спираються на ходові візки 16. На обох ногах встановлено протиугонні пристрої 14, які слугують для утримання розвантажувача на місці на випадок зовнішніх сил, що можуть спричинити його самовільне переміщення. і скоріше це може виникнути при сильному вітрі [21].

Найбільш напружено працюючим механізмом перевантажувача є грейферний візок, який має зварну раму, що спирається на чотири ходових колеса. Для швидкого розгону і гальмування та повного використання зчіпної ваги всі колеса виконані приводними. На обох валах коліс установлені зубчасті колеса одноступінчастих редукторів, що обертаються через муфти з коротко-ходовими колодковими гальмами від електродвигунів.

На рамі установлені однотипні механізми підйому грейфера і управління щелепами грейфера. Кожний з них має барабан, редуктор, електродвигун і гальмо. Для охолодження електродвигунів, що працюють в тяжких умовах, передбачені вентиляційні установки. Знизу рами прикріплена кабіна машиніста.

Загальна маса перевантажувача вантажопідйомністю 30 т і вигоном 72,6 м складає близько 900 т.

Спосіб монтажу вибирають з урахуванням стану монтажного майданчика, конструкції перевантажувача і такелажних і вантажопідйомних засобів.

Найбільш поширеними способами монтажу в останній час є: складання мосту (прогонова споруда) перевантажувача в проектному положенні на тимчасовій металевій естакаді і складання його внизу з наступним підйомом на проектну відмітку. Останній спосіб, як вка-

зано в роботі, [25] доцільно застосовувати при монтажі вугільних перевантажувачів, а рудні, в яких жорстка і гнучка опори різної висоти, належить проводити монтаж на естакаді. В той же час тут досить детально висвітлена технологія монтажу перевантажувача рудного двору за допомогою стрічкових підйомників.

До недоліків естакадного способу відносять великі витрати додаткового металу, що йде на виготовлення естакади і інших необхідних засобів монтажу. Проте він має і певні переваги, які полягають у тому, що роботи на висоті не заважають транспортним комунікаціям заводу, усувається необхідність підняття багатотонних вантажів, що робить цей спосіб порівняно безпечним.

При другому способі монтажу прогонову споруду масою 600–800 т складають внизу і цілком підіймають на проектну відмітку поліспастами чи стрічковими підйомниками. Прогонову ж частину мосту складають на шпальних клітках, що розташовуються під вузлами кожної ферми. У процесі складання вузлам нижнього пояса ферм надається будівельний підйом до 0,001 довжини прогону (тобто при довжині прогону 72,6 м підйом буде складати 72,6 мм). Будівельний підйом задається із таким розрахунком, щоб прогин ферм від статичного навантаження власною вагою і вагою візка із заповненим рудою грейфером наближав лінію шляхів візка до горизонтального положення.

Стрічковий підйомник складається з двох порталів, що створюються мачтами і піддомкратними стійками. Мачти мають решітчасту форму із шарнірними опорами і установлюють на фундаменти. На кожному порталі установлено по чотири гідравлічні домкрати, а зверху них наддомкратні балки. Через обидві балки проходять дві стрічки, що приєднуються до балок за допомогою валиків, які вставляються в отвори балок і стрічок. До кінців стрічок прикріплена підйомна балка призначена бути опорою для вантажу. У вертикальному положенні портали утримують вантаж. Вертикальність порталів вивіряється.

Підняття прогонової частини мосту виконується таким чином: за допомогою гідравлічних домкратів на величину їх ходу підіймають над-домкратні балки до співпадіння їх отворів з отворами у стрічці. Після цього в отвори закладають валики і, отже, фіксують нове положення вантажу. Потім домкрати опускають наддомкратні балки і після підключення до напірної магістралі знову підіймають

вантаж на величину їх ходу. Тобто тут застосовується крокове переміщення вантажу з його фіксацією у піднятому стані за допомогою валиків,які заводяться одночасно в отвори стрічки і наддомкратних балок.

Після підняття прогонової частини мосту під неї підкочуються ноги і з'єднуються їх монтажні стики.

Таким чином, монтаж перевантажувача за допомогою стрічкового підйомника складається з таких операцій:

- складання прогонової частини мосту в нижньому (наземному) положенні по частинам на рудному дворі і на бункерній естакаді;
- монтаж порталів і стрічкових підйомників;
- монтаж нижніх частин ніг кранів на візках;
- підняття прогонової частини до з'єднання з частиною, що розташована на бункерній естакаді, а після з'єднання — до проектного положення;
- насування нижніх частин ніг і стикування їх з верхніми частинами, що складені разом з прогоновою частиною мосту.

При монтажі перевантажувачів естакадним способом застосовують різноманітні механізми: баштові, гусеничні і мачтово-стрілкові крани та інші підйомні засоби. Але у будь-яких випадках вантажопідйомність кранів має складати 15–25 т [32].

Тимчасові опори естакади розташовують таким чином, щоб при складанні прогонової частини мосту вони попадали під кожний чи через один вузол ферми. Опори укріпляються зв'язками із майданчиком, на якому викладають шпальні клітки, і на останніх складають міст.

В міру того, як складається міст, періодично перевіряють заданий проектом будівельний підйом, що досягається за допомогою домкратів, клинів і контролюється нівеліром чи рівнем (ватерпасом), а краще всього — лазерними пристроями. Якщо немає спеціальних вказівок у кресленні, то величина будівельного підйому ферм прогонової споруди повинна складати 0,001 від довжини прогону. Цим самим, як відмічалось вище, передбачається пружна деформація мосту від його робочого навантаження.

При складанні конструкцій мосту установлюють елементи нижнього пояска, потім вертикальні стійки, розкоси і елементи верхнього пояска ферми. Одночасно на підкрановій колії на певній відстані на мосту здійснюється монтаж механізмів перевантажувача.

Тут же на балансирних візках, що установлені безпосередньо на колії, складають жорстку, а потім і гнучку ноги (опори) перевантажувача. На кожний візок установлюють траверси, що з'єднують кожну пару візків. Візки після складання перекочують і точно установлюють у проектне положення, після чого закріпляють їх металевими башмаками, що кріпляться до рейок.

Під час установлення візки піддаються ревізії і перевіряється паралельність осей ходових коліс, яка обмежується 1 мм на 1 м,тобто відхилення від паралельності не повинне перевищувати цього показника. Для цього на ободі колеса роблять позначку і в цьому ж місці заміряють зазор між ребордою колеса і голівкою рейки. Після цього візок пересувають точно по осі рейки на один оберт колеса і напроти позначки знову заміряють зазор. Змінення вимірів зазорів не повинне перевищувати 0,0016 від діаметра колеса. Таким чином перевіряють кожне колесо (32 шт.)

Сталеві конструкції ніг з'єднуються з балансирами візків за допомогою шарнірів, що забезпечують певну рівномірність навантаження на колеса . При складанні ніг їх утримують у вертикальному положенні тимчасовими розчалками. Головна частина жорсткої ноги входить у склад конструкції прогонової споруди мосту.

Прогін мосту монтують за напрямом від жорсткої опори до гнучкої. Сам міст стикується із жорсткою опорою на проектній відмітці. Для з'єднання мосту з постійними ногами останні за допомогою електролебідок підкочують і стикують із прогоновою частиною мосту.

Перед складанням консольних частин мосту прогонова частина мосту повністю спирається на ноги. Цю операцію виконують за допомогою декількох гідравлічних домкратів вантажопідйомністю 20 т кожний після жорсткого з'єднання всіх частин мосту. Після цього розпочинають монтаж консолей, які пройшли укрупнене складання.

Одночасно із складанням конструкцій мосту складають грейферний візок, який надходить на монтажний майданчик у вигляді окремих частин, і установлюється на їздових балках. Раму візка вивіряють за допомогою рівня і прокочуванням самого візка, а розміри по діагоналям — сталевою рулеткою. Після перевірення здійснюють клепання рами.

Механізм підйому і замикання щелеп грейфера та переміщення візка також підлягають попередній ревізії. Після цього вони монтуються на рамі візка. Слідом до рами візка підвішують кабіну, яку

складають на монтажному майданчику. Грейфер підвішується на чотирьох канатах. Два підйомні канати кріпляться до корпусу грейфера і барабана грейферного візка. Два інші канати слугують для управління щелепами грейфера і проходять через шківи в середині грейфера, що утворює поліспаст,і кріпляться до барабана.

Після виконання механо- і електромонтажних робіт розпочинають випробування механізмів. Спочатку здійснюють роздільне випробування. Після установлення нормальної роботи кожного з них розпочинають комплексні випробування і здачі перевантажувача в експлуатацію.

Для випробування має бути установлене електричне блокування забігання однієї ноги по відношенню до іншої. Нормальне забігання установлюється на 3 м, аварійне на 4 м. прогонку візка на мосту виконують спочатку на малій швидкості з перевіренням при цьому роботи кінцевих вимикачів. Випробування механізмів розпочинають рухом кожної ноги окремо шляхом реверсування руху на 1 м в обидва боки. Після цього задають рух перевантажувачу на обох опорах.

3. АГЛОМЕРАЦІЙНІ МАШИНИ (АГЛОМАШИНИ)

Агломашини застосовуються в металургійній промисловості для огрудкування (укрупнення) шихтових матеріалів шляхом їх спікання при високій температурі, внаслідок чого утворюється продукт, який володіє добрими металургійними властивостями і називається агломератом. Процес агломерації застосовується як на збагачувальних фабриках, так і на заводах чорної і кольорової металургії. Зокрема, при виробництві чавуна, феросплавів, свинцю, міді, нікелю, цинку (при пірометалургії).

Сучасний агломераційний процес є неперервним і здійснюється на стрічкових машинах. Круглі машини застаріли і використовуються лише у цинковому виробництві. Головною характеристикою агломашин є площа спікання. На основі цього показника позначено серію машин АКМ: АКМ-50; АКМ-75; АКМ-85; АКМ-100; АКМ-312.

Незважаючи на різноманітність машин за площею спікання, вони являють собою конвеєр пластинчатого типу, що складається з окремих не з'єднаних між собою спікальних візків-палет. Проте машини мають конструктивну різницю. Наприклад, менші машини ма-

ють неприводну хвостову частину, а крупні-приводну. У першому випадку візки на розвантажувальній хвостовій частині опускаються на нижні напрямні за рахунок власної сили тяжіння, а в другому — за допомогою електромеханічного привода. Тобто, як і головна приводна частина, так і хвостова в цьому випадку мають приводні барабани із зірочками.

Для спрощення пояснення технології монтажу агломашин розглянемо машину з неприводною хвостовою частиною (рис. 8.5). Основними частинами машини є: металоконструкція 6, конвеєр 4, привод 1, камери розрідження (вакуумкамери) 5, запалювальне горно 3 і завантажувальні бункери із живильниками 2.

Металоконструкція машини слугує опорною частиною, на якій змонтовані усі основні пристрої і механізми. У склад конвеєра входять приводний барабан із двома зірочками, лінійні і криволінійні напрямні та спікальні візки.

Спікальний візок (рис. 8.6) спирається на чотири ролики 1, а його рама 3 оснащена бортиками 2 і має решітчасте дно, що набирається із колосників 4. У верхній частині конвеєра установлені горизонтальні прямолінійні напрямні-рейки, по яким рухаються завантажені візки. У хвостовій частині установлені подвійні криволінійні напрямні, на яких візки перевертаються і агломерат висипається у відвідний жолоб, а порожні візки опускаються на прямолінійні похилі напрямні і рухаються під дією власного тяжіння до головної частини машини, де зірочки приводного барабана своїми зубцями захоплюють їх за приливи і піднімають знову на горизонтальні напрямні. Від перекидання візків на головній частині машини установлені криволінійні напрямні.

Візки по горизонтальним напрямним рухаються під дією зусилля, що передається зірочкам через приливи одному візку , який штовхає попередній візок і т.д. Таким чином горизонтальна частина конвеєра являє собою безперервно рухому стрічку із спікальних візків, що завантажені шихтою.

Привод агломераційної машини (рис.8.7) слугує для обертання приводних зірочок 4 і складається з електродвигуна 1, редуктора 2 і двох пар зубчастих коліс 3. Шестерня веденої зубчастої пари перебуває у зачепленні із зубчастим колесом, яке з'єднане із маточинами приводних зірочок.

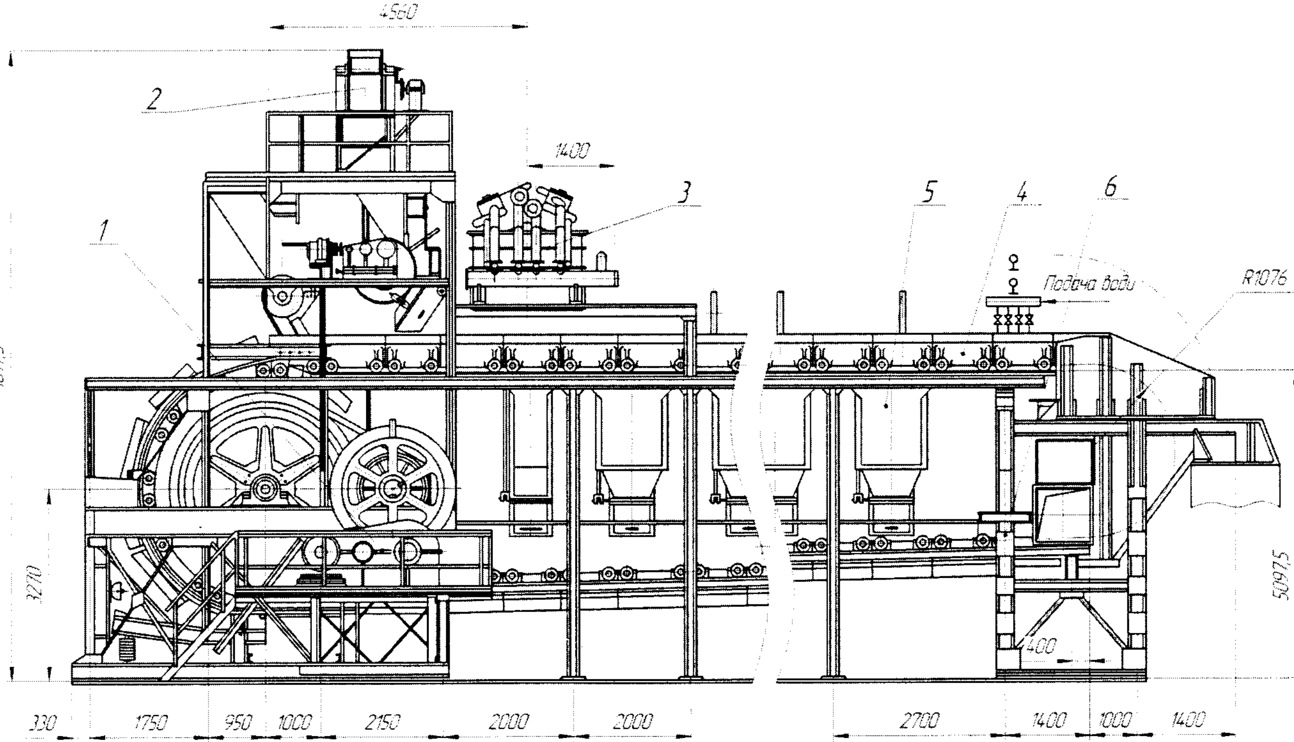


Рисунок 8.5
Агломераційна машина

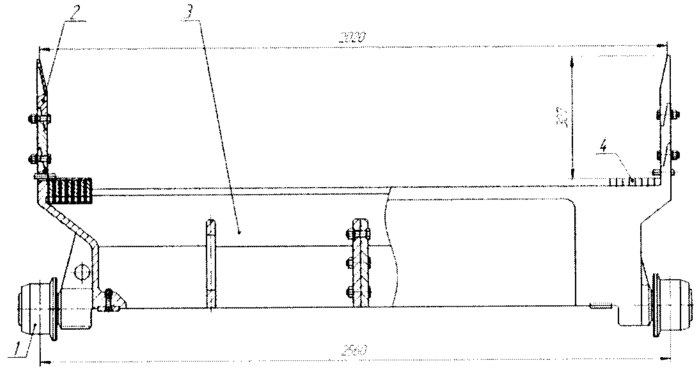


Рисунок 8.6
Спікальний візок

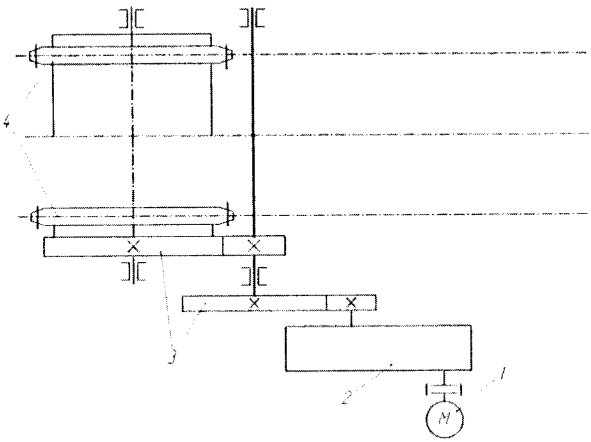


Рисунок 8.7
Кінематична схема привода

Агломашину монтують на металевих чи залізобетонних опорних конструкціях в такій послідовності: каркас (головна, середня і розвантажувальна частини); привод, головна частина напрямних і верхня частина газовідводу; верхні напрямні і розвантажувальна частина; вакуум-камери, живильник шихти і ущільнення візків із системою охолодження; запалювальний горн; спікальні візки, механізм очищення колосників спікальних візків; централізована система змащення вузлів, пристосування для змащення спікальних візків, електрообладнання і укриття [24].

Монтаж каркаса розпочинають з головної частини, потім монтують розвантажувальну (хвостову) частину, після чого установлюють рами середньої частини, розпочинаючі від головної. Каркас попередньо складають у секції масою від 3 до 25 т. При цьому відхилення від горизонтальності несучих балок вздовж машини і опорних поверхонь балок під барабан зірочок і привод головної частини має складати не більше 0,5 мм\м, а висотні відмітки в місцях укладання рейок — 3 мм [26].

Після установлення каркаса в проектне положення вертикальність його стояків перевіряють виском (рис.8.8, а). Опори каркаса на висоті регулюють підкладочними пластинами, які приварюють до анкерних плит. На опори установлюють повздовжні балки. Балки вивіряють і закріплюють одночасно з установленням колії.

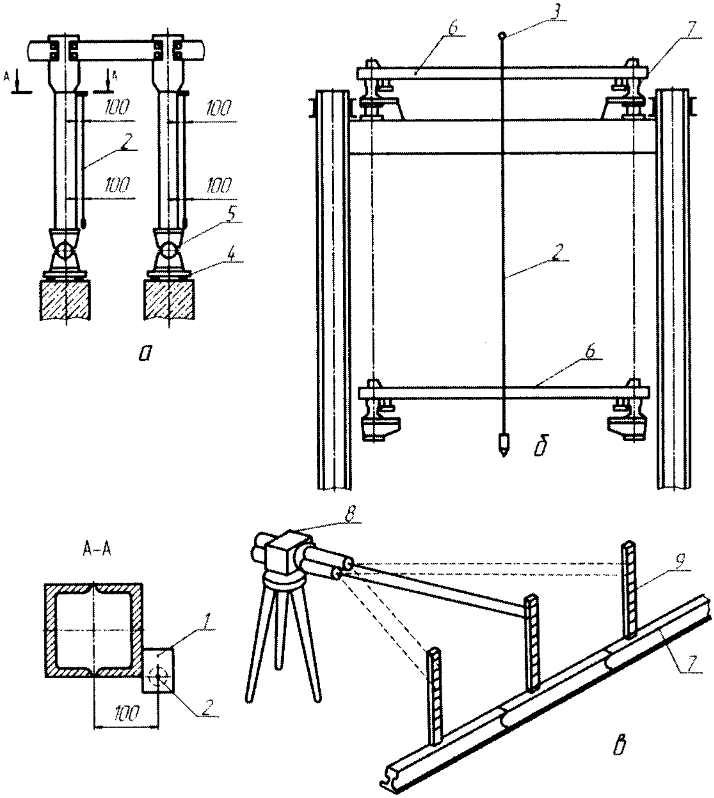
При монтажі напрямних у розвантажувальній частині забезпечують вертикальне положення їх оброблених торців за допомогою виска і спряження без уступу поверхонь голівок рейок верхньої колії із зовнішньою поверхнею напрямних реборд приводних зірочок і поверхнею шин розвантажувальної частини.

Напрямні середньої частини вивіряють за допомогою шаблона 6 (рис.8.8) шляхом опускання виска з осі машини на мітку, яка нанесена на шаблоні і відповідає середині ширини напрямних. Відхилення поміток голівок рейок від номінальної відстані між ними і віссю машини від проектних і взаємне зміщення рейок у стиках на висоті і в плані не повинне перевищувати 1,0 мм. Вивірювання рейкових напрямних здійснюється і за допомогою лазерних приладів (рис.8.8, в).

Після перевірення правильності монтажу каркаса, підливання опорних башмаків, затужавіння розчину і затягування фундаментних болтів паралельними потоками монтують обладнання головної, хвостової і середньої частини.

Монтаж привода агломашин розпочинають з установлення на опорних стояках корпусів підшипників з одночасним перевіренням їх положення відносно осі по струні штихмасом. На установлені корпуси підшипників установлюють корінний вал із ведучими зірочками, які попередньо укрупнили в одну монтажну одиницю. Після цього послідовно на підшипниках установлюється вал із підвінцевою і проміжною шестернями, редуктор із насадженою на вихідний вал шестернею, електродвигун. Регулювання положення елементів при-

вода здійснюється загальноприйнятим способом. При цьому зміщення середини барабана осі машини не повинне бути більше 2 мм, відхилення вала барабана від горизонталі має бути в межах 0,1 мм на 1,0 м довжини, а перекіс вала барабана відносно основних осей на довжині 1,0 м не повинен бути більше 0,1 мм.



а — вивірення стояків; б — вивірення напрямних; в — висотне вивірення рейкових напрямних лазерним приладом; 1 — кутик; 2 — висок; 3 — струна; 4 — підкладочні пластини; 5 — валик опорного башмака; 6 — шаблон; 7 — рейкові напрямні; 8 — лазерний прилад; 9 — вимірювальна рейка з екраном

Рисунок 8.8

Схема вивірення металоконструкцій каркаса

Правильність монтажу всієї проїзжої частини агломашини перевіряють спеціальним макетом візка. Його виготовляють із нового візка, що пройшов ретельний контроль на розмічувальній плиті [26].

Візки установлюють на рейкову колію з наступним переведенням їх із середньої частини біля привода, на нижню частину колії через радіальні напрямні. Після заповнення візками нижньої колії через радіальні напрямні переводять їх частину на верхні рейкові напрямні. Застосовують також спосіб, при якому візки зворотнім обертанням приводних зірочок опускаються на нижні напрямні. Візки подають безперервно до тих пір , поки вони не піднімуться у хвостовій частині до верхніх напрямних, після цього установлюють на верхні напрямні останні візки і замикають конвеєрну стрічку машини. Потім перемикають рух машини на проектний.

У машин з нерухомою розвантажувальною частиною між останнім візком, що перебуває ще на робочій гілці і наступним, який рухається по радіусним напрямним, має бути зазор у 180–240 мм (при холодних візках) Він компенсує теплове розширення візків, допомагає розвантаженню візків при ударі візків один в одного. Удар візків має бути в цьому випадку одночасним з лівої і правої сторін (визначається єдиним звуком).

При монтажі вакуум-камер їх горловини розташовують симетрично відносно верхньої рейкової колії (напрямних) спікальних візків. Вивірення вакуум-камер здійснюють за допомогою шаблону (рис.8.9) [24]. При цьому витримують проектний розмір (А) між верхньою площиною корита ущільнення і голівкою напрямної рейки.

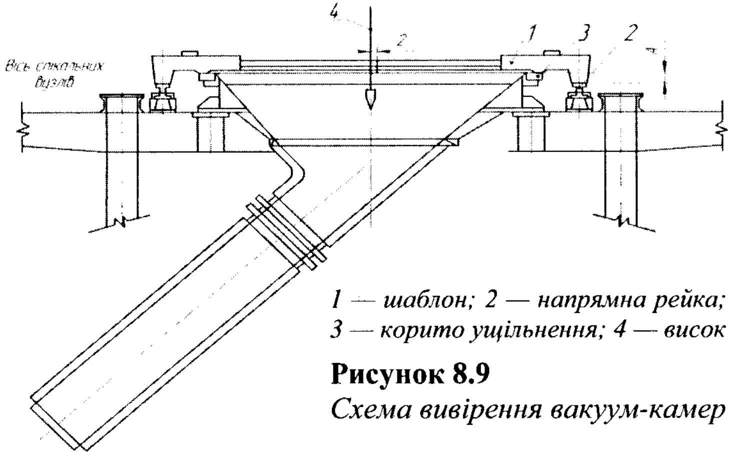
Для перевірення симетричності горловин відносно поздовжньої осі на їх торцеві стінки по середині ширини наносять мітки, які при монтажі суміщують із виском, що опущений із струни. Струна при цьому фіксує поздовжню вісь машини. Допускні відхилення верхніх фланців вакуум-камер відносно основних осей мають складати 2,0 мм, висотні відмітки фланців поверхонь суміжних вакуум-камер — 1,0 мм.

Після закінчення монтажу агломашини її випробовують вхолосту на протязі 6–8 годин із перевіренням роботи привода, плавності руху візків і регулюванням ущільнень вакуум-камер.

Монтаж машини в цілому закінчується установленням запалювального горна, системи подачі шихти, тяго-дуттєвих пристроїв. Серед головних елементів тяго-дуттєвих пристроїв є ексгаустери.

Ексгаустери призначаються для створення вакууму під спікальними візками на верхній колії, завдяки чому через шар шихти просочується повітря і тим самим забезпечується оптимальний про-

цес спікання шихти. Але за рахунок відкачування високотемпературних газів із насиченням твердими абразивним частинками (хоча гази і проходять певне очищення) ексгаустери працюють у досить складних умовах.

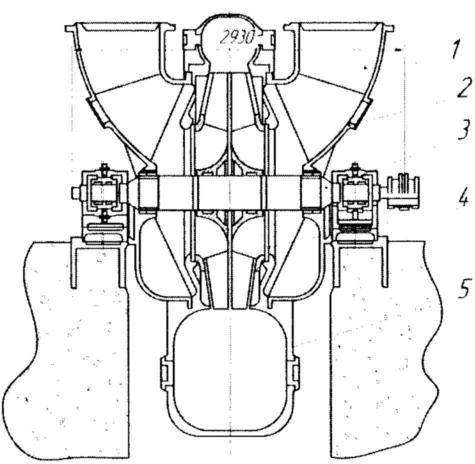


1 — шаблон; 2 — напрямна рейка; 3 — корито ущільнення; 4 — висок

Рисунок 8.9

Схема вивірення вакуум-камер

На рис. 8.10 показано ексга-устер із продуктивністю 3500 м³/хв. Корпус ексгаустера 2 вигоовляється цільнозвареним чи роз'ємним по горизонталі. Гази всмоктуються через два верхніх патрубки 1 прямокутного перерізу і викидаються обертальним ротором 4 через нижній отвір завитки ексгаустера. Внутрішня поверхня завитки для запобігання від швидкого зносу викладена листовою бронею, що кріпиться до корпусу болтами і покрита вогнетривкою замазкою.



1 — всмоктуючі патрубки; 2 — корпус; 3 — вал ротора; 4 — ротор; 5 — завитка

Рисунок 8.10

Ексгаустер із продуктивністю 3500 м³/хв

Ротор ексгаустера посаджено на вал 3 і складається із робочого колеса, до централь-

ного диску якого прикріплені з двох боків сталеві фігурні штамповані лопаті. Із зовнішнього боку до лопатей кріпляться бокові диски із листової сталі. Для компенсації температурних деформацій газопроводів над ексгаустером установлюється компенсатор.

При прийманні фундаменту під монтаж ексгаустера перевіряють наступне [32]:

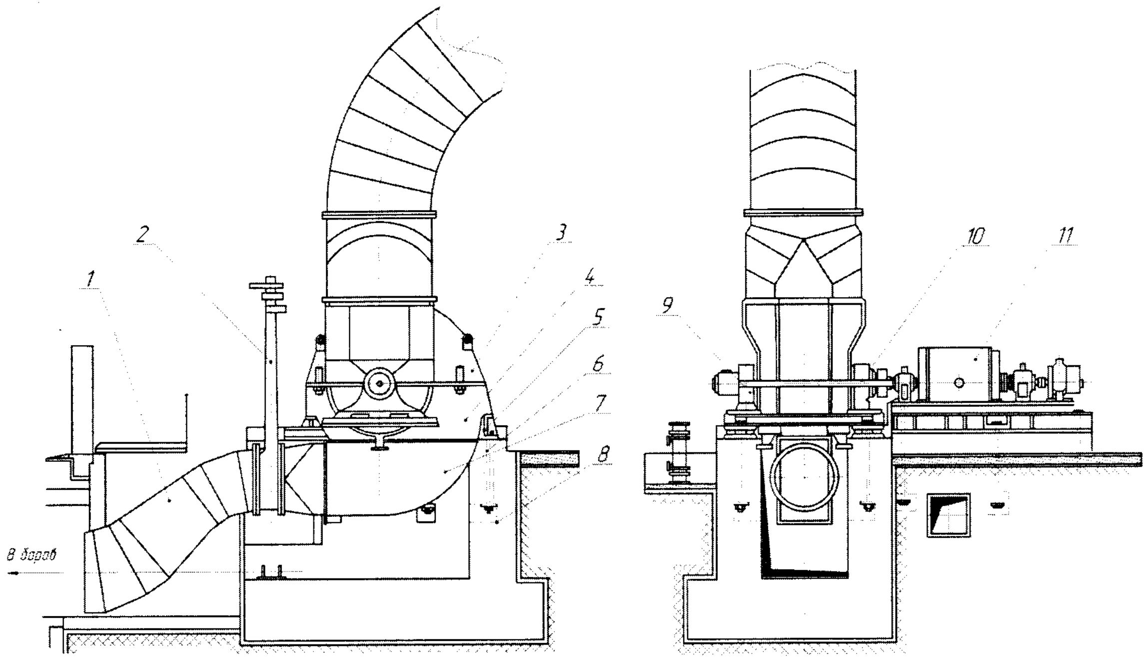
- розташування фундаменту відносно агломашини;
- розташування колодязів для фундаментних болтів відносно осі, а також глибину та місце закладення анкерних плиток;
- відмітки фундаменту по висоті;
- взаємне ув'язнення по осям фундаментів при наявності декількох машин в одному приміщенні.

Монтаж розпочинають з оброблення прийнятого приміщення, яке полягає в тому, що місце для установлення підкладок ретельно вирівнюють. На обробленій і вивіреній горизонтальній поверхні фундаменту з обох боків кожного фундаментного болта і у середній частині рами установлюють стругані клини чи плитки. Фундаментні болти 6 (рис. 8.11) перевіряють по висоті, поміщають у колодязі і закріплюють у фундаментних плитах 8. На болти опускають опорну раму 5, вивіряють її по висоті і в горизонтальній площині, а потім закріплюють. Після цього на раму установлюють корпуси підшипників 9, потім нижню частину корпусу 4 разом із напірним патрубком опускають лапами на опорну раму. Перед кріпленням болтами належить перевірити щупом із пластинкою 0,05 мм щільність прилягання лап до опорних поверхонь, потім легко затягнути гайки болтів.

Після вивірення нижньої частини корпусу установлюють ротор з валом 10, який попередньо повинен пройти статичне балансування. На випадок виявлення дебалансу його необхідно усунути відомими методами. Допускається биття зовнішнього діаметру колеса ротора в межах 0,2 мм.

На місці установлення ротора необхідно вивіряти також положення шийок вала ротора по горизонталі за допомогою рівня із застосуванням прокладок, які поміщають під опорні подушки вкладишів. Допустиме відхилення радіального биття має бути не більше 0,01 мм.

Після цього установлюють верхню частину 3 за допомогою напрямних, щоб не пошкодити ротор або ущільнення, і перевіряють положення ротора відносно розточок у корпусі, а також його положення



1 — відвідний патрубок; 2 — шибер; 3 — верхня частина корпуса; 4 — нижня частина корпуса; 5 — опорна рама; 6 — фундаментний болт; 7 — напірний патрубок; 8 — плита фундаментного болта; 9 — корпус підшипника; 10 — вал ротора; 11 — двигун

Рисунок 8.11

Схема установлення ексгаустера

в ущільненнях. Для цього ротор повертають на декілька обертів, щоб визначити щільність лабіринтів. Затвори в лабіринтах мають не виходити за межі 0,2 мм.

Вслід за цим установлюють регульований шибер 2 і відвідний патрубок 1, через який гази, що утворюються в процесі агломерації, відходять у боров.

Вал ротора ексгаустера з'єднується безпосередньо з електродвигуном глухою муфтою. Установлення і центрування електродвигуна з ексгаустером мають бути виконані з належною точністю, оскільки після підливання рами двигуна доступ до регулювальних підкладок стає практично неможливим.

Сам ексгаустер підливають лише після остаточного його складання, вивірення на постійних підкладках і центрування з двигуном.

4. ТРУБЧАСТІ ПЕЧІ

Трубчасті печі вважаються найбільш універсальними, оскільки використовуються у багатьох технологічних процесах підготовки металургійної сировини для наступного переплавлення. Їх широко застосовують для обпалення різноманітних матеріалів: нікелевої руди, окисленої свинцевої руди, рудної сировини ртутних заводів і т.і. В алюміньовій промисловості ці печі слугують основними агрегатами для спікання бокситових нефілинових шихт та кальцинації глинозему. У чорній металургії їх використовують у технології магнетозувального обпалення залізних руд. Основними агрегатами вони є і у виробництві цементу, а на збагачувальних фабриках вони слугують для сушіння концентратів.

Поряд із процесами обпалення і спікання, трубчасті печі широко застосовуються для процесу вельцювання, тобто для возгонки цинку і свинцю із промислових продуктів свинцевого виробництва і окислених свинцевих руд.

За будовою і принципом дії трубчасті печі однакові і відрізняються одна від іншої лише розмірами та конструктивним виконанням окремих частин, що обумовлено, головним чином, технологічними вимогами.

Кожна піч складається із наступних основних частин: барабана-труби 3 (рис. 8.12), приводного механізму із зубчастим вінцем 5, що закріплений на барабані; опор з бандажами 4 і опорними роликами 7; верхньої і нижньої голівок 2 і 6. Сам привод містить робочий

електродвигун 9, редуктор 10 і двигун аварійного вмикання, який може використовуватись при аварійних ситуаціях, ремонті і монтажі.

Основними параметрами печей є: діаметр у перерізі («в свету») і довжина барабана. Між ними установлена певна залежність, що обумовлена технологічним процесом і конструкцією. У печах вельцювання це відношення D/L = 1/14 … 1/17, а у печах глиноземного виробництва це відношення може змінюватися від 1/23 до 1/36.

Для процесу вельцювання застосовують печі діаметром 2,25; 2,5 і 3,6 м та довжиною барабана 40–50 м. Найбільш крупні печі застосовуються у глиноземному та цементному виробництвах. Їх максимальні розміри: діаметр 5, довжина 185 м. Передбачається використання печей діаметром 7 м і довжиною 230 м.

Печі установлюють під кутом 2–5° до горизонту, з нахилом у бік розвантаження матеріалу, що обробляється за рахунок дії на шихту високих температур (до 1450 °С). Тому і введенні поняття: «верхня голівка», «нижня голівка». Швидкість обертання барабана перебуває у межах 0,5–1,5 об/хв.

Барабан виготовляється із вуглецевих сталей (М16С, ВМ Ст3, а для крупних печей — 20ХГСА і 25ХГСА). Він має бути достатньо жорстким, щоб зберігати у процесі роботи форму правильного циліндра, а вісь його — прямолінійною, оскільки у противному випадку буде відбуватись передчасне руйнування футеровки.

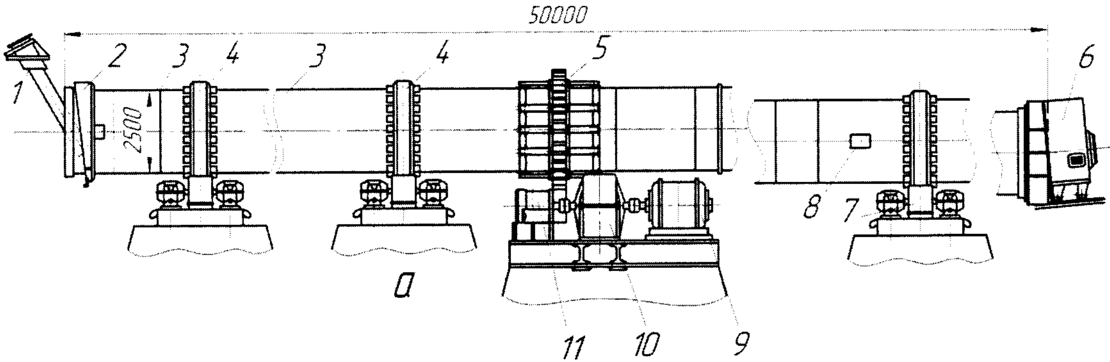
Що ж стосується опорної частини, то кожна опора складається із бандажа і двох опорних роликів. Найбільш навантаженим вважається бандаж. Бандажі бувають двох видів: із прямокутним поперечним перерізом (ковані) і коробчасті (литті). Коробчасті бандажі закріплюють на барабані жорстко (болтами, заклепками), прямокутні мають вільне посадження з невеликим зазором.

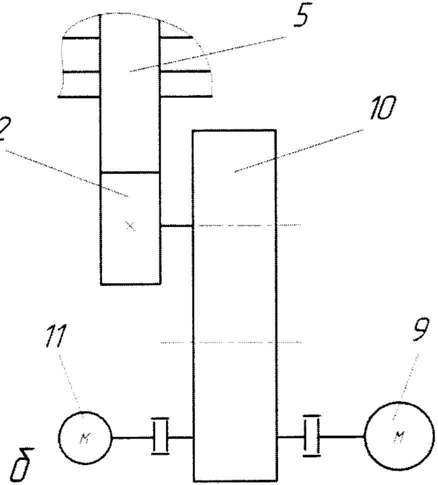
Найбільш поширеним є вільне (плаваюче) посадження бандажів із використанням прокладок. Проте діаметральний тепловий зазор належить призначити ще під час монтажу чи ремонту печі.

Величину цього зазору рекомендується визначити за формулою [1]:

$$K = D_0\alpha(t_0 - t) - D_б\alpha(t_б - t),$$

де K — тепловий зазор бандажа, мм; D_0 — зовнішній діаметр обичайки, мм; $D_б$ — внутрішній діаметр бандажа, мм; α- коефіцієнт теплового розширення (для сталі 0,0000115–0,000014); t_0, $t_б$ — температури обичайки і бандажа при робочому стані печі, °С; t — температура зовнішнього середовища (повітря),°С.





а — загальний вигляд печі; б — схема привода; 1 — завантажувальна воронка; 2 — верхня голівка; 3 — барабан; 4 — бандаж; 5 — зубчастий вінець; 6 — нижня голівка; 7 — опорний ролик; 8 — люк; 9 — робочий електродвигун; 10 — редуктор; 11 — електродвигун аварійного вмикання; 12 — підвінцева шестерня

Рисунок 8.12

Загальний вигляд трубчастої печі

Важливим моментом під час монтажу є правильний вибір і установлення зубчастого вінця, оскільки це впливає на нормальне зачеплення головного передаточного ланцюга: вінець — підвінцева шестерня. Зубчастий вінець закріплюють на барабані двома способами: жорстко (на малих печах, сушильнях) і еластично із застосуванням пружних, амортизуючих елементів. Жорстке кріплення найбільш просте у виготовлені і монтажі, але піддається впливу температурного розширення барабана. Для еластичного кріплення застосовують способи із тангенціальними пластинами і ресорне. У нашому випадку (рис. 8.12) застосовано ресорний спосіб. При цьому зубчастий вінець закріпляється на сталевих опорних сегментах.

Крупногабаритні печі (діаметром більше 3,6 м) монтують за типовою технологією спеціальними козловими кранами вантажопідйомністю 200 т, менші печі — трьома стріловими гусеничними кранами.

Найбільш ефективною технологію вважається технологія «Гидрохим-монтажа», за якою виконують двопотоковий монтаж. За цією технологією після установлення і вивірення роликоопор розпочинають монтаж корпусу печі з базового приводного блока, що складається із двох бандажних блоків і блока із зубчастим вінцем. У подальшому пристиковують блоки одночасно з обох боків від базового блока. Вивірення і автоматичне зварювання монтажних стиків здійснюють з обертанням змонтованої частини корпусу попередньо змонтованим приводом печі. Внаслідок цього відпадає необхідність в установленні спеціального тимчасового привода для обертання корпусу при зварювані холодної сторони печі (на виході продукту), а зміщення крайніх бандажів відносно центральних роликоопор зменшується вдвічі.

Оскільки печі є основними агрегатами, що визначають роботу всього виробництва, то вивірення при монтажі повинне забезпечувати їх надійну роботу на протязі терміну амортизації [26].

Метою вивірення печей є забезпечення прямолінійності геометричної осі корпусу і осі обертання, а також їх сполучення.

Геометрична вісь корпусу печі являє собою лінію, яка з'єднує послідовно розташовані центри тяжіння контурних кривих, що утворені внутрішньою поверхнею корпусу в його поперечних перерізах. Ці криві мають бути колами. Допуск на овальність має складати 0,003D при товщині листа до 45 мм і 0,002D при товщині більше 45 мм (D — внутрішній діаметр корпусу печі). Допустиме відхилення

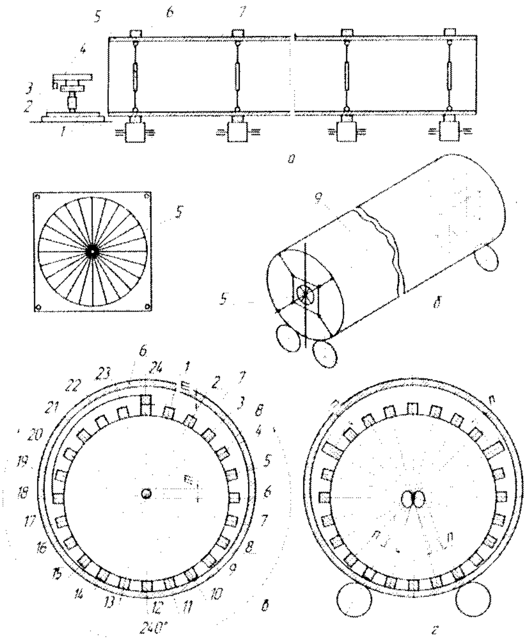
від прямолінійності осі корпусу печі має складати 3 мм на стиках підбанджних обичайок і 10 мм — у прогонах між бандажами [26].

Вісь обертання печі являє собою лінію, що з'єднує послідовно розташовані точки пересічення осей обертання підбандажних обичайок із серединними площинами бандажів. Осі підбандажних обичайок можуть співпадати з осями обертання бандажів, при умові, що відсутні зазори між підбандажними пластинами, які приварені до корпусу, і внутрішньою циліндричною поверхнею бандажа.

Для вивірення трубчастих печей трестом «Укрцветметремонт» розроблено простий і точний спосіб із використанням лазерного приладу (рис. 8.13). У цьому випадку на нівелір установлюють лазерну приставку. Лазерний промінь вводять у зорову трубу нівеліра оптичною насадкою. Штатив установлюють зовні печі на масивній основі і плиті з віброізоляційною прокладкою, щоб усунути вплив вібрацій від зовнішніх дій механізмів. Екран із чотирма розсувними упорами установлюють всередині печі в осьових площинах бандажів.

Вивірення здійснюється у два етапи. Перший етап полягає у центруванні підбандажних обичайок корпусу відносно своїх бандажів шляхом регулювання стельового зазору («башмак-бандаж») за допомогою підкладок. Екран закріплюють всередині центрувальної обичайки. Лазерний промінь довільно направляють на екран і розпочинають обертати піч та відмічають точки проекціювання променя на екран.

Проекція лазерного променя на екрані, що обертається, окреслить замкнуту фігуру, яка буде подібна твірній зовнішньої поверхні башмаків. Після цього шляхом геометричної побудови знаходять центр цієї фігури і із нього проводять радіуси у напрямі кожного башмака. Потім направляють промінь у центр отриманої фігури і ще раз обертають піч із відміткою проекції лазерного проміня на радіусах. Отримане сімейство точок дає натуральну величину коригування товщини підкладок на башмаках. На рис. 8.13, видно, що на радіусах 16 башмаків (з № 4-го до № 20-го)промінь залишається у центрі радіусів, отже, твірна цих башмаків співпадає з колом. Найбільше зміщення проміня на башмаці 24 показує, що набір прокладок під цим башмаком належить зменшити на величину цього зміщення *m*. Із рис. 8.13, г також видно, що необхідно зменшити на величину *n* пакети прокладок на башмаках № 4, 20. Коригування прокладок здійснюють до тих пір, поки проекція лазерного променя не залишиться у центрі радіусів.



а, б — перший і другий етапи; в, г — приклад центрування підбандажних обичайок; 1 — підвалини, плита і віброізолююча підкладка; 2 — штатив; 3 — нівелір; 4 — приставка лазерна; 5 — екран з упорами; 6 — бандаж; 7 — корпус печі; 8 — башмак з підкладками; 9 — вісь печі

Рисунок 8.13
Вивірення обертальної печі по методу «Укрцветметремонт»

Отримана точка є центром обертання однієї опори. Тому продовжують вивірення і на інших опорах.

Другий етап полягає у забезпеченні прямолінійності осі обертання печі. Для цього установлюють екрани на першій і останній опорах і направляють лазерний промінь через центральний отвір першого екрана у центр останнього екрана. Раніш отримані положення центрів обертання печі на середніх опорах суміщують із лазерним променем за допомогою переміщення опорних роликів. Якщо за повний оберт печі всі бандажі спираються на ролики і радіальне биття обох кінців і корпусу у прогонах не перевищує 10мм, то вивірення вважають цілком задовільним.

Піч спочатку випробують вхолосту (без матеріалу), потім у гарячому режимі на протязі 48 годин.

Розділ 9
Монтаж обладнання для виробництва металів і сплавів

1. СИСТЕМИ ЗАВАНТАЖЕННЯ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ

1.1 ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДАЧІ ШИХТИ НА КОЛОШНИК

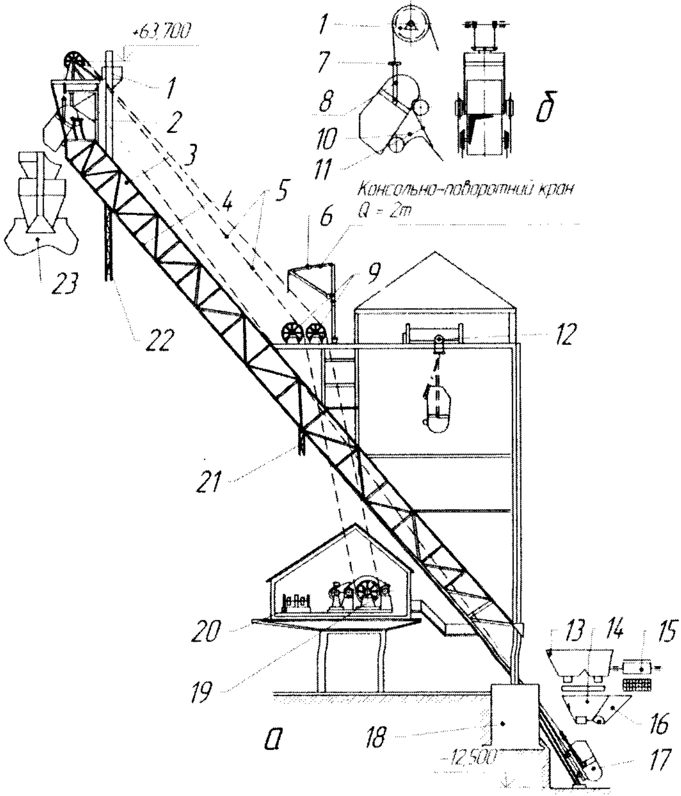
Для нормальної роботи доменних печей необхідна безперебійна подача шихтових матеріалів до завантажувального обладнання, що розташоване на висоті 50–70 м.

До машин для подавання шихтових матеріалів пред'являються вельми жорсткі вимоги, оскільки зупинка у завантаженні матеріалів навіть на короткий час тягне за собою переведення печі на тихий хід чи повну її зупинку. Тому ці машини повинні мати високу продуктивність, підвищену надійність при експлуатації і забезпечувати можливість повної автоматизації процесу завантаження печі.

На сьогодні застосовуються двоє основних способів подачі шихтових матеріалів: скіповий і конвеєрний. у першому випадку всі матеріали (складові шихти) подають із скіпової ями бункерної естакади, а в другому із розподільних (проміжних) бункерів.

На печах об'ємом до 3200 м^3 застосовується скіпове транспортування матеріалів на колошник печі (робочий об'єм скіпів до 20 м^3). Тільки на доменній печі об'ємом 5000 м^3 (Криворізький металургійний завод) застосовується конвеєрна система. і тут головним фактором є значне підвищення продуктивності печі такого об'єму, при якій скіпові підйомники не можуть забезпечувати високий темп завантаження. Крім того, при конвеєрній системі спрощується обслуговування і ремонт обладнання, усуваються значні динамічні навантаження на несучі сталеві конструкції. Проте конвеєрна система вимагає значно більшої площі, що робить неможливим її запровадження на існуючих підприємствах.

Схему типового підйомника показано на рис. 9.1. Він складається із наступних основних частин: похилого мосту 3 з двома рейковими коліями 4, розвантажувального пристрою — розвантажувальних кривих 10, 11 і опорних колон 21, 22; двох скіпів 2, 17, що з'єднані канатами 5 із барабаном скіпової лебідки 19, і напрямних шківів 1, 9 для канатів. На кожному скіпі закріплюють по двоє канатів.



а — загальний вигляд скіпового підйомника; б — скіп на розвантажувальних кривих; 1 — головні шківи; 2, 17 — скіп; 3 — похилий міст; 4 — колія; 5 — канати; 6, 12 — підйомне обладнання; 7 — зрівняльний пристрій; 8 — П-подібна тяга; 9 — напрямні шківи; 10, 11 — розвантажувальні криві; 13, 14, 16 — бункери і воронки; 18 — стінка скіпової ями; 19 — лебідка; 20 — лебідка управління конусами; 21, 22 — опори; 23 — засипний пристрій

Рисунок 9.1

Скіповий підйомник доменної печі

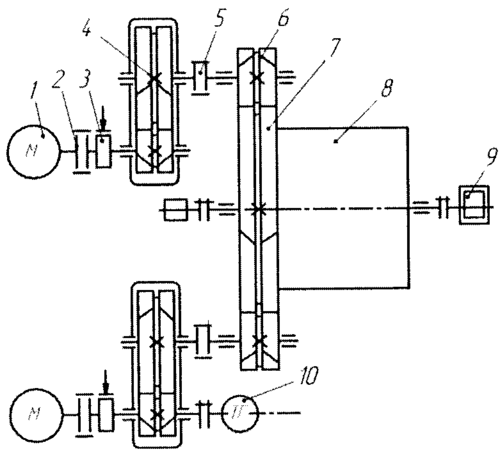
Лебідку 19 установлюють у машинній залі, що розташовується під похилим мостом. Вона оснащується контрольно-запобіжними пристроями для забезпечення чіткої і безаварійної роботи.

У нижній частині підйомника розташована скіпова яма, де здійснюється механізоване завантаження скіпів. Зокрема завантажують коксом із бункерів 13 і залізорудними матеріалами із бункера 16 (вагова воронка).

Похилий міст 3 спирають на опори (пілони) 21, 22, а також на стінку 18 скіпової ями. Похилі мости виготовляють зварними з решітчастими фермами, або цільними із листового проката. На мосту змонтовані майданчики, на яких установлюють головні 1 і напрямні 9 шківи для канатів 5. Консольно-поворотний кран 6 слугує для заміни шківів.

На поздовжні нижні балки мосту укладають колію 4 для двох скіпів, які у верхній частині переходять в розвантажувальні криві, а у нижній спускаються у скіпову яму.

Скіпи (рис. 9.1,б) складаються з кузова, передніх і задніх скатів і запрягового пристрою. П-подібна тяга запрягового пристрою у передній частині з'єднана із зрівняльним пристроєм, оскільки кожний скіп має по двоє канатів. Це дає можливість компенсувати змінення довжини канатів і вирівнювати між ними зусилля.



1 — електродвигун; 2, 5 — зубчаста муфта; 3 — гальмо; 4 — шевронний редуктор; 6, 7 — відкрита шевронна передача; 8 — барабан; 9 — відцентровий вимикач; 10 — тахогенератор; 11 — командоапарат

Рисунок 9.2
Кінематична схема скіпової лебідки

Принципова схема скіпової лебідки показана на рис. 9.2. Електродвигуни, як і всі інші вузли, змонтовані на станині і за допомогою зубчастих муфт з'єднані з одноступінчастими редукторами. Між редукторами і зубчастою муфтою установлюються гальмівні шківи, що охоплюються колодками робочого гальма.

Скіпова лебідка входить в автоматичну систему завантаження доменної печі. Тому вона оснащена командоапаратами, а швидкість обертання барабана контролюється відцентровим вимикачем і тахогенератором.

Особлива увага приділяється кріпленню канатів, яке має бути надійним і забезпечувати швидке розбирання і складання. Зазвичай кінець канатів (4 штуки) пропускають в отвір на барабані з закріпленими краями кріплять затискачем 1 з його внутрішньої сторони (рис. 9.3). Канат петлею огинає вал барабана, а кінці петлі з'єднують затискачем 2.

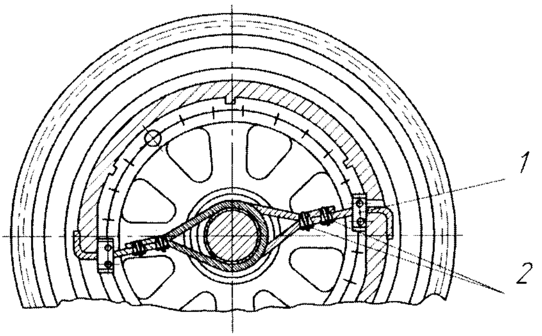


Рисунок 9.3
Вузол барабана скіпової лебідки

Технічні характеристики наведено в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1
Технічні характеристики лебідок

Параметри	Моделі лебідок			
	ЛС-15-I*	ЛС-22,5- I	ЛС-29-II	ЛС-39-II
Ємкість скіпа, м^3	8,1	10	13,5	20
Вантажопідйомність, т	15	22,5	29	до 39
Швидкість руху скіпів, м/хв.	224/150	236/170	210	240
Діаметр барабана, мм	2000	2000	2000	2400
Електродвигун	ДП-55/33-4	ДП-74/34-6	ДП-74/37-63	ДП-74/37-6к
Потужність двигуна, кВт	2х190	2х260	2х480	2х500
Маса лебідки, т	77,5	85,6	105,0	125,1
*ЛС — лебідка скіпова; 15- вантажопідйомність,т ; I- номер моделі				

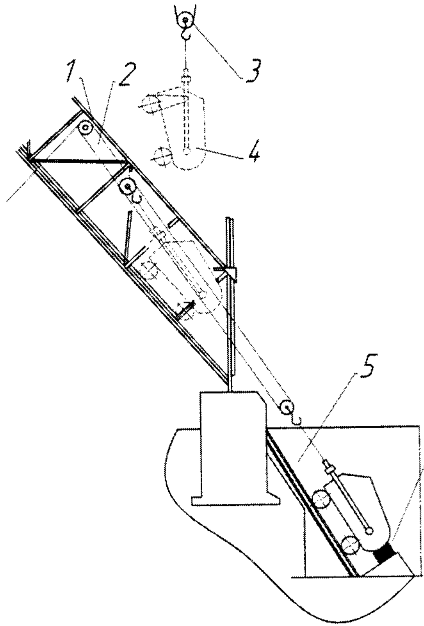
МОНТАЖ СКІПОВОГО ПІДЙОМНИКА

Сам міст підйомника монтується спеціалізованими фахівцями з питань монтажу будівельних металевих конструкцій. Тому тут розглядається лише монтаж механічних складових, який має виконуватись монтажниками-механіками.

Перед монтажем обладнання скіпового підйомника, що установлене на похилому мості, перевіряють положення рейок для пересування скіпів (колії) і місць установлення головних (4 шт.) і напрямних (4 шт.) шківів. Допустиме відхилення відстані між осями рейок від проектного ± 2,0 мм, допустиме перевищення однієї рейки над іншою в одному поперечному перерізі не більше 4,0 мм, відхилення осей підшипникових балок чи місць установлення шківів відносно осі похилого мосту — не більше 5,0 мм. Особлива увага має приділятись верхній частині рейок — розвантажувальним кривим, на яких передні скати рухаються по нижнім кривим і передня частина скіпа опускається, а задні двоскатні колеса рухаються по верхнім кривим зовнішніми скатами і хвостова частина скіпа підіймається. При неякісному монтажі порожній скіп після розвантаження і отже при русі вниз лише під дією сили власного тяжіння може зависнути на кривих. Перевіряють положення колії за допомогою шаблонів. Проте остаточно можна здійснити правильність установлення лише шляхом пересування скіпів після установлення лебідки.

Скіпи і візок для заміни скіпів монтують баштовим краном і самохідним стріловим краном. Схема монтажу скіпа показана на рис. 9.4. Скіп за допомогою крана установлюють на колію похилого мосту таким чином, як це показано на рисунку. У цьому випадку скіп при сприянні раціонального стропування (стропи поєднують передні колеса з П — подібними тягами) перебуває у вертикальному положенні з певним відхиленням у бік коліс, що при подальшому опусканні на колію дає можливість скіпу за рахунок власного тяжіння стати на колію усіма чотирма колесами. Далі за допомогою поліспаста 2, що з'єднаний з лебідкою (на рис. не показано), скіп опускають у скіпову яму 5 на шпали 6.

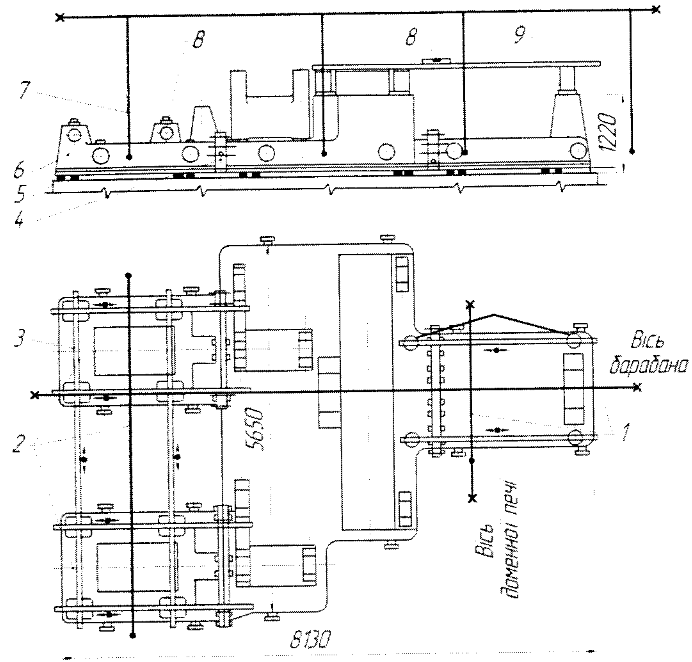
Після цього розпочинають монтаж шківів. Їх установлюють в проектне положення разом з опорними металоконструкціями баштовим краном. При цьому витримують відстань від осі канавки шківа до осі похилого мосту з точністю ±5 мм. Перекіс площини шківа відносно осі похилого мосту не повинен перевищувати 30 мм. Вивірення положення шківів здійснюють за допомогою шаблонів.



1 — міст; 2 — поліспаст; 3 — крюк крана; 4 — скіп; 5 — скіпова яма; 6 — шпали

Рисунок 9.4

Схема монтажу скіпа



1 — головні осі; 2 — осі електродвигунів; 3 — контрольна лінійка; 4 — поперечні шпонки; 5 — монтажні клини; 6 — станина; 7 — висок; 8 — рівень; 9 — підставка

Рисунок 9.5

Схема вивірення стаини скіпової лебідки

Одночасно з монтажем перерахованих вище елементів скіпового підйомника монтують скіпову лебідку. При прийманні фундаменту скіпової лебідки перевіряють положення осей похилого мосту і барабана лебідки. Відхилення поперечної осі барабана від осі похилого мосту не повинне перевищувати 20 мм.

На прикладі розглянемо лебідку моделі ЛС-29 з тяговим зусиллям 29 т. Лебідка складається із станини, двох електродвигунів, двох гальмів, двох редукторів, двох відкритих передач і інших елементів, що вказані в описі кінематичної схеми лебідки (рис. 9.5).

Деталі і вузли лебідки подають на монтаж у машинну залу через проріз (отвір) 4 покрівлі баштовим краном чи через отвір у стінці самохідним краном. Монтаж може вестись і до установлення покрівлі.

Станина лебідки складається з чотирьох частин, які з'єднуються між собою чистими чи призонними болтами. Після виставлення станини на монтажних клинах 5 у пази стиків забивають поперечні шпонки 4 (рис. 9.5) з натягом 0,05–0,08 мм. Станину 6 вивіряють за допомогою лінійки, яка установлюється на підставці 9, і рівня 8, а також по двом перпендикулярним осям (1-головні осі; 2-осі електродвигунів), що зафіксовані струнами і висками 7. Точність вивірення на горизонтальність має складати не менше 0,1 мм на метр довжині. Для вивірення може застосовуватись і лазерна техніка.

Після вивірення станини, затягнення закладних анкерних болтів, підливання станини розчином, що приготовлений на спеціальному цементі (розширюється), і витримки бетону механізми лебідки монтують у наступній послідовності:

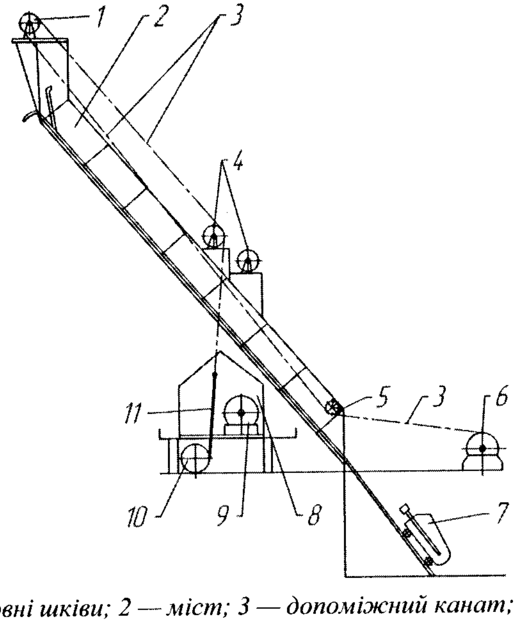
- складають корпуси підшипників головного і проміжного валів і фіксують корпуси підшипників конічними штифтами;
- установлюють вузол барабана разом з валом, зубчастими колесами і підшипниками (маса 21 т);
- установлюють вузли проміжних валів із шестернями, зубчастими колесами і підшипниками;
- установлюють вузли моторних валів із шестернями, гальмами і підшипниками (зазори між колодками і шківів гальм витримують у межах 1,5–2,0 мм);
- установлюють електродвигуни і з'єднують напівмуфти двигунів і валів;
- складають вимикач слабини канатів і командоапарати;
- установлюють відцентровий вимикач.

Після цього перевіряють зачеплення на зазори і контактну поверхню зубців (першу пару по 7, а другу по 8-му степеню точності), закривають кришки мастильних ванн і заповнюють їх мастилом через фільтр.

По закінченню монтажу лебідку прокручують в обидва боки вручну, а потім проводять холосте випробування від електропривода на протязі 4-х годин з обертанням по 2 години в кожний бік. Після цього запасовують робочі канати.

Запасовування канатів виконують лише після закінчення усіх зварювальних робіт на похилому мості і його заземлення з метою усунення перепалення канатів внаслідок замикання їх з оголеним зварювальним кабелем.

Для запасування канатів під похилим мостом установлюють бухту із парою канатів необхідної довжини, монтажну лебідку 6 з тяговим зусиллям не менше 5,0 т, а на мосту закріпляють обвідні шківи 5 (рис. 9.6).



1 — головні шківи; 2 — міст; 3 — допоміжний канат; 4 — шківи мосту (напрямні); 5 — відвідний шків; 6 — лебідка; 7 — скіп; 8 — машинна зала; 9 — скіпова лебідка; 10 — бухта робочих канатів

Рисунок 9.6
Схема запасовування скіпових канатів

Від монтажної лебідки 6 протягують допоміжний канат 3 через обвідний шків 5, далі в гору по похилому мосту 2 через головні шківи 1, напрямні шківи 4 і отвір у машинній залі 8 і зрощують його із скіповими канатами 11 на бухті 10. Протягують монтажною лебідкою скіпові канати по похилому мосту і обвідному шківу і кріплять їх з одного боку до зрівняльного пристрою П — подібної тяги скіпа 7, а з іншого — до скіпової лебідки 10 (спосіб закріплення канатів на барабані показано на рис. 9.3). Після цього скіп повільно піднімають у верхнє положення (розвантажувальні криві). Потім таким же чином запасовують другу пару канатів до другого скіпа.

Після запасовування канатів скіпи «проганяють» по коліям похилого мосту на малій швидкості і перевіряють плавність ходу і прилягання усіх ходових коліс до рейок. У крайніх положеннях скіпів вирівнюють довжину скіпових канатів. Для цього канати перетягують на барабанні лебідки і вдруге закріплюють на ньому.

1.2 ОБЛАДНАННЯ КОЛОШНИКА (КОЛОШНИКОВИЙ ПРИСТРІЙ)

Колошниковий пристрій призначається для прийому шихтових матеріалів (руда, агломерати, скрап, кокс, вапно та інше), що подається на колошник скіповим підйомником чи стрічковим конвеєром, їх завантаження і розподілення, вимірювання рівня і профілю шихти, а також відведення шихтового газу із печі.

У склад колошникового пристрою входять наступні складові: завантажувальний пристрій, вимірювач рівня шихти, газовідводи з клапанами, вантажопідйомне обладнання для монтажу і ремонту механізмів та пристроїв і несні металеві конструкції.

Найважливішим елементом колошникового пристрою вважається завантажувальний пристрій, який буває різної конструкції. В якості типового прийнята на теренах СНД двоконусна конструкція. Лише на комбінаті «Запоріжсталь» експлуатуються триконусні конструкції.

Система механізмів завантаження шихтових матеріалів у доменну піч, що оснащена двоконусним завантажувальним пристроєм з балансирним електроприводом (рис. 9.7), функціонує наступним чином [20].

Шихтові матеріали висипаються із скіпів 31 і попадають у приймальну воронку завантажувального пристрою 12, яка направляє

ці матеріали у воронку розподільника шихти 11, що спирається на ролики 10, і закриту нижнім малим конусом 9 (місткість воронки розподільника відповідає місткості скіпа). Після повороту воронки з шихтою і випуску газів із міжконусного простору через газопровід 26 і зрівнювальний клапан малого конуса. Малий конус опускається і шихта висипається у засипний апарат, що має чашу 5 великого конуса і великий конус 3. Корисна місткість засипного апарата вибирається таким чином, щоб вмістити всю подачу, що складається із декількох скіпів (як правило чотири скіпи). Після набору повної подачі (чи напівподачі) великий конус опускається і шихта висипається у піч. Але перед опусканням великого конуса тиск газу у міжконусному просторі вирівнюється до його тиску у печі (різниця цих тисків не повинна перевищувати 0,01–0,22 МПа). Від руйнування вогнетривкої футеровки шахта печі захищена сталевими сегментами 1, що футеровані вогнетривкою глиною.

Чаша 5 засипного апарата установлена на колошниковому фланці 6, що жорстко закріплений на зварному кожусі 2 шахти печі. На верхній фланець чаші спирається нижній фланець газового затвора 7. Сам газовий затвор має чотири люки для огляду та ремонту міжконусного простору і монтажний люк 8.

Малий і великий конуси за допомогою штанг 13, 14, підвісок 29 і 30 і прямильних пристроїв 28 підвішені до коротких плечей балансирів великого 20 і малого 21 конусів, які можуть обертатись на певний кут навколо осі 27. До коротких плечей балансирів приєднані також канати, що йдуть до лебідки, яка розташована у машинній залі. На двох плечах балансирів закріпленні контр-вантажі 18 великого і малого конусів.

Балансири корпусів спираються на копер. Для укладання балансирів при ремонтах, коли зняті конуси і канати, слугує опорний візок 19. Для монтажу і демонтажу завантажувального пристрою використовують монтажну балку 15, що розташована з протилежного боку від мосту, по якій за допомогою лебідки 32 і канатів пересувається монтажний візок 16 вантажопідйомністю від 60 до 170 т.

На великих доменних печах на монтажній балці установлюється ще і козловий кран 17 вантажопідйомністю 15 т. Монтажна ж балка спирається на копер і пилоуловлювач.

Консольно-поворотний кран 23 з гаком 22 установлений на поворотній колоні 24 і слугує для заміни атмосферних клапанів (свічок)

25, шківів скіпового підйомника і іншого обладнання. Його вантажопідйомність може складати 5–10 т.

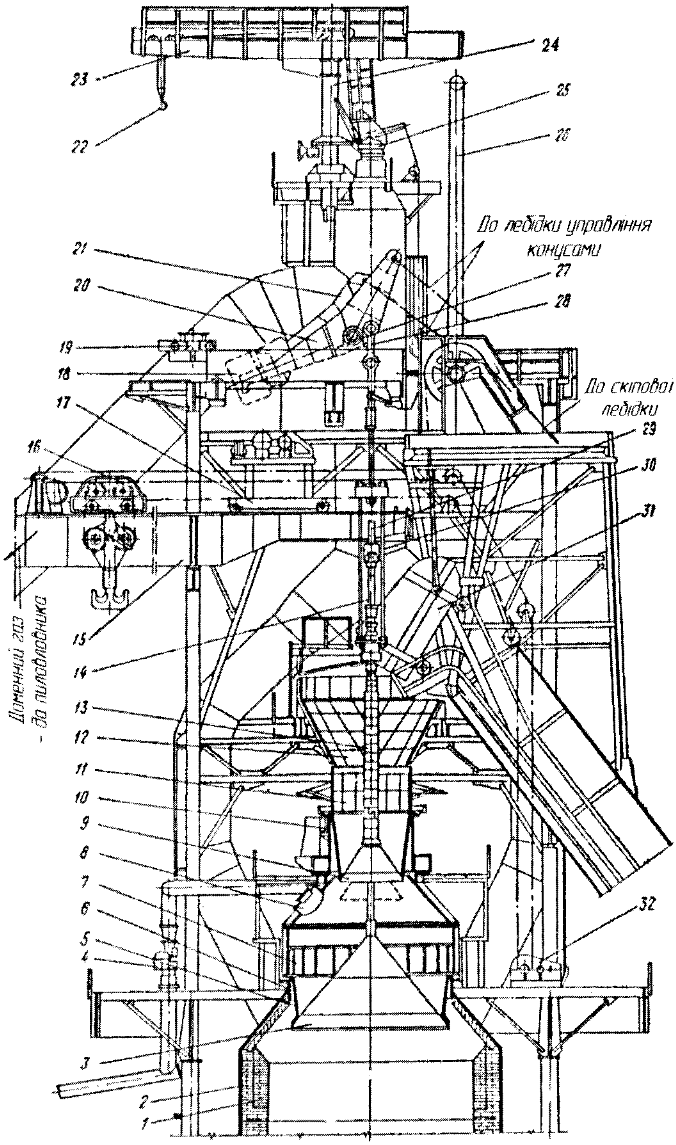


Рисунок 9.7
Колошниковий пристрій доменної печі

Все обладнання змонтоване на металоконструкції з майданчиками для його обслуговування і ремонту. Особливу роль при цьому відіграє монтажний візок, що пересувається по монтажній балці і виконує цілу низку відповідальних операцій. Тому перед розглядом монтажних робіт доцільно ознайомитись з існуючими конструкціями цих візків.

МОНТАЖНІ ВІЗКИ І ЛЕБІДКИ ДЛЯ МОНТАЖУ І ЗАМІНИ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Конструкції типових монтажних візків принципіально однакові для усіх печей. Візок складається із зварної рами з ходовими колесами, обойми верхнього поліспаста з канатними шківами і монтажними гаками, що слугують для підвішування нижньої обойми поліспаста.

Для пересування візка установлюють лебідки з тяговим зусиллям 45–75 кН. Вони розташовуються, як правило, поза межами монтажної балки. Поза межами монтажної балки установлюються і підйомні лебідки. Вантажо-підйомність вантажного поліспаста складає 50, 100, 150 і 170 т.

Загальна кінематична схема монтажного візка показана на рис. 9.8.

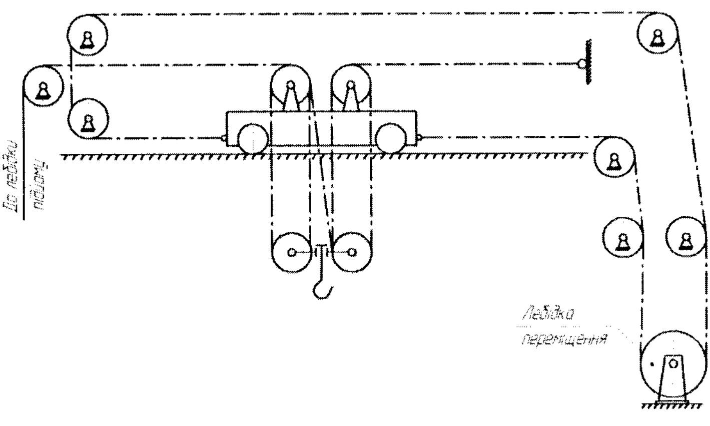


Рисунок 9.8
Кінематична схема монтажного візка

Схема запасовування канатів вантажного поліспаста передбачає кріплення канатів до нерухомих металоконструкцій печі. При

цьому візок в обидва боки пересувається за допомогою лебідки переміщення. Завдяки такій схемі підйом і опускання вантажів не залежать від руху візка по балці.

Звичайні монтажні візки розраховані на монтаж чи заміну завантажувального пристрою вузловим методом. Наприклад піднімають: вузол 1-великий конус, чаша великого конусу і газовий затвор; вузол 2-обертальний розподільник із малим конусом і зі штангами великого і малого конусів; вузол 3-приймальна воронка.

На деяких підприємствах освоєно більш досконалий, агрегатний метод, який полягає в тому, що під монтажною балкою на вільному місці складають один агрегатний вузол, куди входять великий конус, чаша великого конуса, газовий затвор, розподільник із малим конусом, штанги великого і малого конусів, конус жорсткості і захисний кожух. Всі складові центрують по вертикальній осі чаші великого конуса.

Проте не кожна конструкція візка може бути застосована при агрегатному методі, оскільки висота агрегатного вузла може бути більшою, ніж відстань між верхом колошникового фланця і низом монтажного візка. Це стосується, перш за все, типового візка, схема запасовування канатів якого показана на рис. 9.9, а. Навіть при вузловому методі виникають певні труднощі з монтажем окремого вузла, куди входять розподільник із конусом і зі штангами великого і малого конусів. У цьому випадку потрібний додатковий пристрій для відхилення штанг від осі розподільника. На рис. 9.10 цю функцію виконує козловий кран, який розташовується на монтажній балці і має власну колію, завдяки чому монтажний візок може пересуватись між опорами крана.

Тому для агрегатного методу використовуються спеціальні візки з подвійними поліспастами, які мають у центральній частині рами отвори (для виходу штанги великого конуса) і двогакову вантажну підвіску (рис. 9.9, б, в). Зокрема на рис. 9.9, б показано вантажний поліспаст із двома вантажними лебідками. Проте, як відмічено у роботі [12], наявність двох потужних лебідок призводить до додаткових витрат на монтаж і експлуатацію. Візок такої конструкції, але з однією лебідкою, намагались використати на одному із підприємств. Проте така конструкція виявилась непрацездатною через велику різницю натягів у канатах двох підвісок.

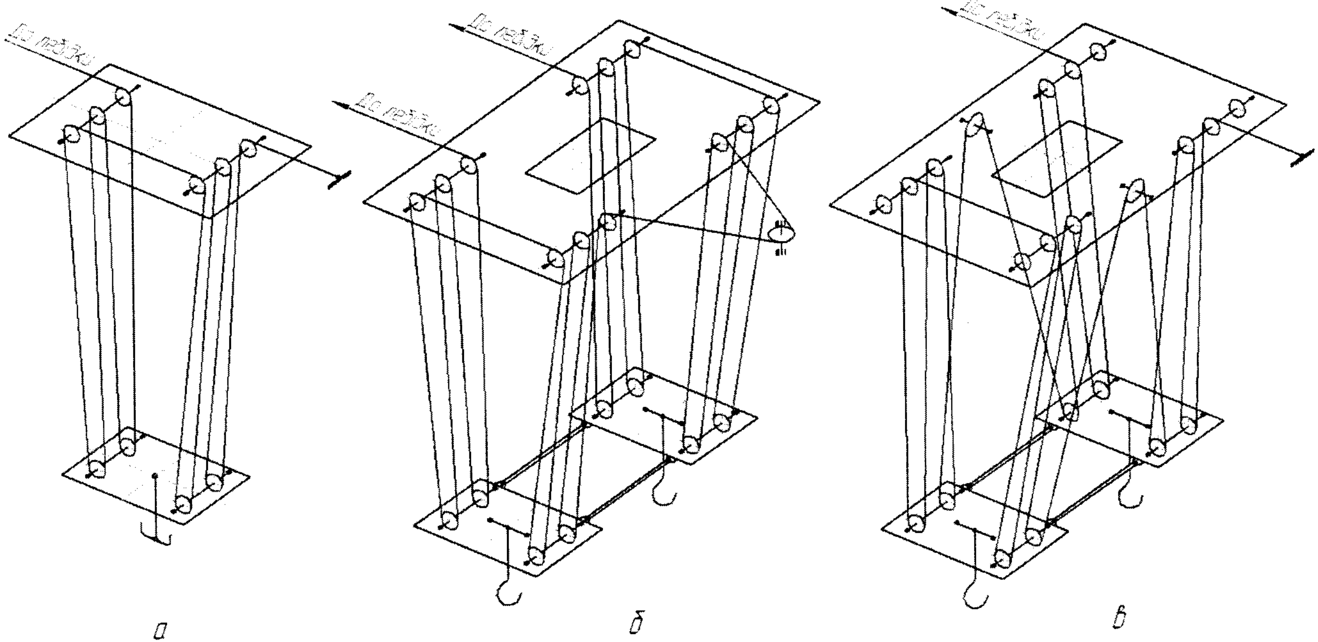
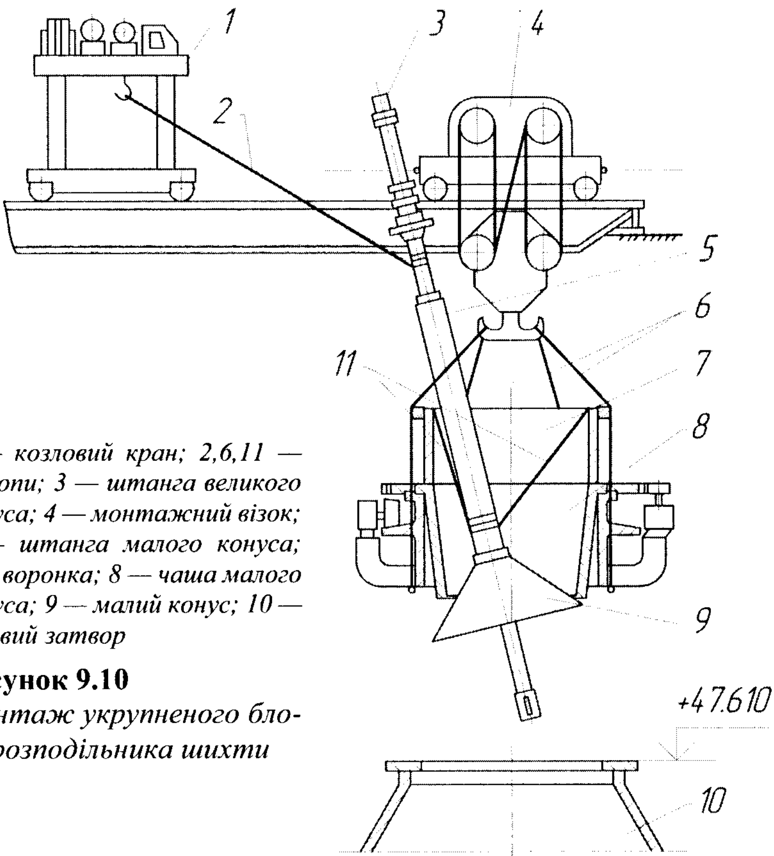


Рисунок 9.9
Схеми запасовування канатів монтажних візків з одинарним (а) і подвійним (б, в) поліспастами

Більш вдалою схемою запасовування канатів є схема «ВНИИ мехчермет» (рис. 9.9, в). Тут усунення різниці натягів досягається певним порядком навивання канату на шківи поліспаста: шістьнадцять гілок поліспаста поділені на чотири групи, кожна з яких складається із чотирьох гілок — перша і четверта групи гілок утворюють поліспаст однієї гакової підвіски (правої), а друга і третя групи утворюють поліспаст другої гакової підвіски.



1 — козловий кран; 2,6,11 — стропи; 3 — штанга великого конуса; 4 — монтажний візок; 5 — штанга малого конуса; 7 — воронка; 8 — чаша малого конуса; 9 — малий конус; 10 — газовий затвор

Рисунок 9.10
Монтаж укрупненого блока розподільника шихти

Рекомендується розраховувати зусилля натягу у гілках канатів за формулою [12]:

$$S_k = Q\frac{f-1}{f^n-1}\cdot f^k,$$

де S_k — зусилля у вітці, кН;

Q — зусилля, що діє на поліспаст, кН;

k — номер гілки при нумерації з боку привода;

f — коефіцієнт, що враховує втрати від тертя у підшипниках і жорсткості канатів при огинанні одного шківа;

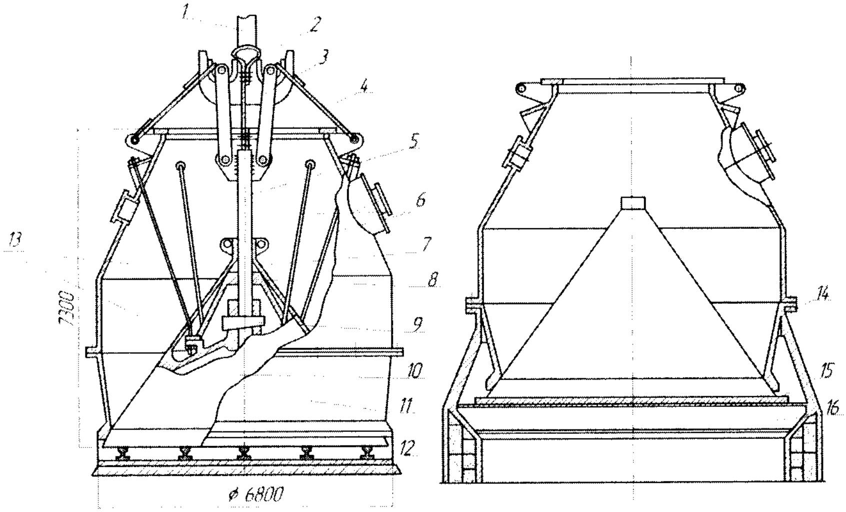
n — число робочих гілок поліспаста, на яких підвішується рухомий блок.

МОНТАЖ ВУЗЛІВ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ МОНТАЖ ЗАСИПНОГО АПАРАТА

Зупинимось на розгляді вузлового методу монтажу. Монтаж розпочинають з нижнього укрупненого вузла-блока, куди входять газовий затвор 13 (рис. 9.11), великий конус10, чаша великого конуса 11. При складанні і ревізії цього вузла, що ще називається засипним апаратом, перевіряють наступне: дебаланс великого конуса; відсутність на контактних поверхнях конуса і чаші забоїн, тріщин і подряпин глибиною більше 0,3 мм;щільність прилягання конуса і чаші по контактним поверхням.

Перевірення дебаланса великого корпуса виконують шляхом його підвішування на фальш-штанзі, при цьому допустиме відхилення центра тяжіння конуса від його геометричної осі не має перевищувати 1,0 мм. Потім на торці чаші і конуса наносять дві взаємно перпендикулярні осі, одна з яких відповідає осі похилого мосту, опускають конус відносно чаші на 30–50 мм і заміряють відстань між контактними поверхнями. Різниця вимірів у чотирьох точках, які розташовані на взаємно перпендикулярних осях зовнішнього діаметра конуса, не повинна перевищувати 1 мм. Коли ця різниця виходить за межі вказаного допуску, то підрізають спеціальний балансирний наплив. а якщо цього недостатньо, то прикріплюють шляхом зварювання до внутрішньої поверхні конуса куски металу до усунення відхилень.

Для перевірення стикання поверхонь чаші з конусом чашу надівають на конус і за допомогою щупів вимірюють зазор. Допустимим при роботі печі на низькому тиску вважається зазор в 1 мм на довжині по колу не більше 1,0 м. Для печей, що працюють на підвищеному тиску, зазор стичних поверхонь конуса і чаші не повинен бути більше 0,05 мм на дузі, що складає 20% від довжини кола стикування.



а *б*

1 — гак монтажного візка; 2,4 — стропи; 3 — серга; 5 — фальштанга; 6 — тимчасові тяги з'єднання газового затвора з великим конусом; 7 — захисний конус; 8 — конус жорсткості; 9 — клин; 10 — великий конус; 11 — чаша; 12 — стенд; 13 — газовий затвор; 14 — колошниковий фланець; 15 — дерев'яний настил; 16 — майданчик

Рисунок 9.11

Укрупнений вузол засипного апарата при складанні на стенді (а) і на печі (б)

До установлення засипного апарата на піч перевіряють колошниковий фланець, який практично завершує кожух доменної печі. При прийманні колошникового фланця необхідно перевірити наступне: співпадіння центра фланця з центром мораторного кільця (відхилення допускається у межах 30 мм); горизонтальність фланця (відхилення має складати не більше 2 мм).

Горизонтальність колошникового фланця перевіряють за допомогою контрольної лінійки і різних типів рівнів. На сьогодні ця задача вирішується за допомогою лазерної техніки.

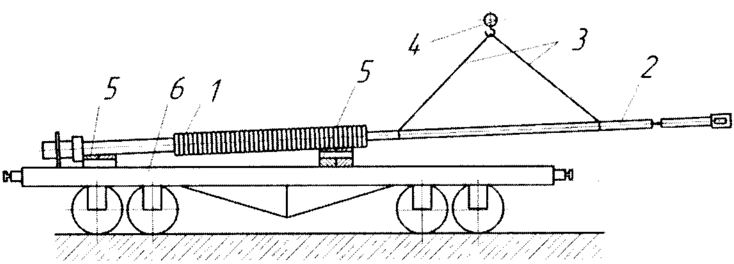
Приймання колошникового фланця закінчується нанесенням двох взаємно пемпердикулярних осей доменної печі, одна з яких співпадає з напрямом осі похилого мосту. Це дає можливість точно установити на фланці засипний апарат, на торцях чаші якого також нанесено відповідні мітки.

Перед установленням апарата на колошниковий фланець укладають прокладки з азбесту. Щоб полегшити установлення апарата по осям використовують тимчасові напрямні.

МОНТАЖ РОЗПОДІЛЬНИКА ШИХТИ ЗІ ШТАНГАМИ КОНУСІВ

Розподільник шихти надходить на монтажний майданчик у більшості випадків у вигляді окремих частин. Складають його в одне ціле після ревізії усіх складових елементів одночасно з виконанням контрольного складання. Сальникове ущільнення з азбесто-графітовою набивкою установлюють згодом (після випробування розподільника від привода).

Однією із відповідальних операцій при монтажі розподільника є складання штанг малого і великого конусів. Укрупнення складання здійснюють, як правило, шляхом укладання малої штанги на залізничну платформу (рис. 9.12). Платформа має бути чотиривосною. Проте можна використовувати зчеп із двох двовосних платформ. Штангу малого конуса укладають на підкладки із шпал таким чином, щоб вона зайняла дещо похиле положення.



1 — штанга малого конуса; 2 — штанга великого конуса; 3 — стропи; 4 — гак крана; 5 — підкладки із шпал; 6 — чотирьохосна платформач

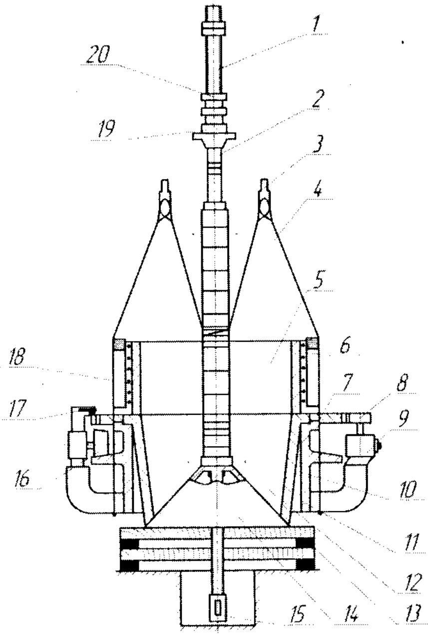
Рисунок 9.12
Складання штанг конусів

Заведення штанги великого конуса здійснюється з боку її піднятої частини. Необхідно попередньо відгвинтити зі штанги великого конуса гайки і перевірити різьбу. Для заведення штанги великого конуса необхідно застропити її двома стропами для того, щоб після того, як 1/3 цієї штанги буде заведена у штангу малого конуса, можна було продовжити заведення до кінця. Потім нагвинчують

гайки на штангу великого конуса. Ділянку штанги між гайками захищають від пошкоджень дерев'яними брусками.

При складанні і ревізії штанг конусів з розподільником шихти перевіряють прямолінійність штанг за допомогою спеціальних пристосувань та місце кріплення штанг з конусом. Непрямолінійність штанг для доменних печей до 2000 м^3 допускається не більше 2 мм, а для печей понад 2000 м^3 — не більше 3 мм по всій довжині штанги [25].

Розподільник складають на шпальній кліті 13 (рис.9.13). При його складанні перевіряють горизонтальність зубчастого вінця. Відхилення при цьому від горизонтальності не повинне перевищувати 0,1 мм на довжині 1 м у будь-якому напрямі. Після складання розподільника на його нижній фланець наноситься дві взаємно перпендикулярні осі, які зорієнтовані відносно осей доменної печі і похилого мосту. По завершенні складальних операцій здійснюють стропування, при якому стропами охоплюється корпус розподільника і штанги конусів. Схема строповки наведена для випадків, коли монтаж здійснюється монтажним візком з отвором у рамі (рис. 9.9, б, в). Якщо ж застосовується звичайний візок, то стропіння має здійснюватись за схемою, що показана на рис 9.10.



1 — штанга великого конуса; 2 — штанга малого конуса; 3 — гаки монтажного візка; 4 — стропи ; 5 — верхня воронка; 6 — дерев'яні підкладки; 7 — зубчастий вінець; 8 — підвінцева шестерня; 9 — редуктор; 10 — обертальний конус; 11 — ущільнення; 12 — чаша малого конуса; 13 — шпальна кліть; 14 — малий конус; 15 — голівка штанги великого конуса; 16 — опорні ролики; 17 — центрувальні ролики; 18 — броня; 19 — підп'ятник; 20 — сальникове ущільнення

Рисунок 9.13

Укрупнене складання штанг конусів з розподільником шихти В монтажний блок

Розподільник установлюють на вивірений попередньо фланець газового затвору і закріплюють декількома болтами. Між фланцями цих складових, як і у всіх з 'єднаннях системи завантаження, установлюють азбестову прокладку.

Сальник і грундбуксу ущільнення розподільника рекомендується складати після випробування розподільника при обертанні його від електродвигуна. Вивірювання положення розподільника виконують не при установці, а при центруванні завантажувального пристрою.

Штангу великого конуса з 'єднують з великим конусом за допомогою клина. Але перевірення посадкового місця під голівку 15 (рис.9.13) здійснюється ще під час ревізії. Для цього із конуса виймають стакан і надівають його на голівку штанги. Одночасно перевіряють, як заходить у своє гніздо клін. Всі виявлені дефекти під час ревізії усуваються до монтажу.

МОНТАЖ БАЛАНСИРНИХ ПРИСТРОЇВ

Як і попередні вузли завантажувального пристрою, балансири також проходять ревізію і укрупнене складання. Для цього на кліть із шпал установлюють раму і на ній насічками наносять осі доменної печі. На цю раму установлюють вісь з балансирами, закріпляють консолі для кріплення лемнискатного прямильного механізму і установлюють сам механізм. На важелі балансирів установлюють шатуни прямильного механізму і приєднують до них тяги підвісок конусів. Для утримання контрважів на раму балансирів установлюють спеціальний візок.

Перевірення основних розмірів балансирів (рис.9.14) здійснюють наступним чином [24]:

Горизонтальність осі 4 балансирів перевіряють за допомогою перевірної лінійки 3, що спирається на стояк 2 і вісь, і рівня 5. Відхилення осі від горизонталі не повинне бути більше 0,1 мм на 1 м довжини.

Перевіряють рівенство відстаней від осі обертання балансирів і кривошипів 9, які закріплені на консолях 8, до осі підвішування тяг 10 конусів в їх закритому положенні. За допомогою перевірної лінійки і рівня перевіряють вертикальну відстань між осями балансирів і підвіски шатуна 7, яке має дорівнювати половині ходу конуса. Розраховують цю відстань за формулою [24]:

$$H - h - (D - d)/2 = S/2,$$

де H і h — відстані від осі рами 1 балансирів до твірних осей підвіски шатуна і балансирів;

D і d — діаметри осей підвіски шатуна і балансирів;

S — хід конуса.

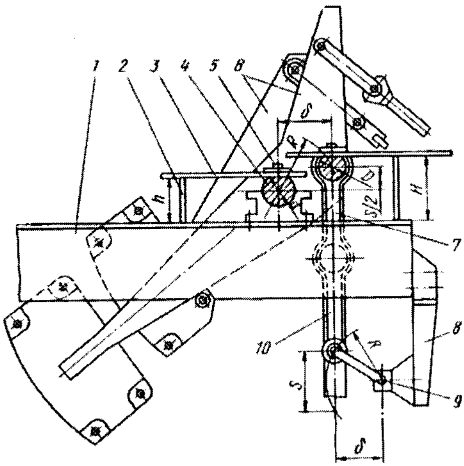


Рисунок 9.14

Схема вивірювання балансирів

Потім перевіряють рівність розмірів R точок кріплення шатунів і кривошипів прямильного механізму.

Якщо відстань осей балансирів і прямильного механізму приведено до проектного і конуси при цьому перебувають у положенні «закрито», то довжина підвісок відповідає проектним розмірам. Відхилення від проектного розміру допускається до 3 мм [25]. Різниця у радіусах обертання прямильних механізмів не допускається, оскільки в момент відкривання конус буде відходити від центра і центрування його буде неможливим.

МОНТАЖ ПРИЙМАЛЬНОЇ ВОРОНКИ

Приймальну воронку до монтажу футерують захисними плитами із марганцовистих сталей. Сама воронка складається із двох половин, що з'єднані між собою фланцевими стиками на болтах, оскільки її монтують після підвіски штанг малого і великого конусів. Проте в деяких випадках використовується спосіб установлення цілої ворон-

ки. Спочатку її піднімають на колошниковий майданчик. При цьому передній стик повністю розболчують, а болти заднього стику послаблюють таким чином, щоб передній стик можна було розвести. У нижній частині розведеного стику закладають два куски шпал з таким розрахунком, щоб розкриті стики дозволили провести через них штангу малого конуса всередину воронки. Воронку нахиляють і через її верхню частину пропускають цю штангу, після чого шпали закладають у верхню частину воронки, а через нижню частину заводять штангу. Потім шпали виймають із верхньої частини і стик воронки з'єднують.

У роботі [25] рекомендується при монтажі воронки використовувати спиральні скоби, які дозволяють провести стик воронки через штангу малого конуса.

МОНТАЖ ЛЕБІДКИ УПРАВЛІННЯ КОНУСАМИ

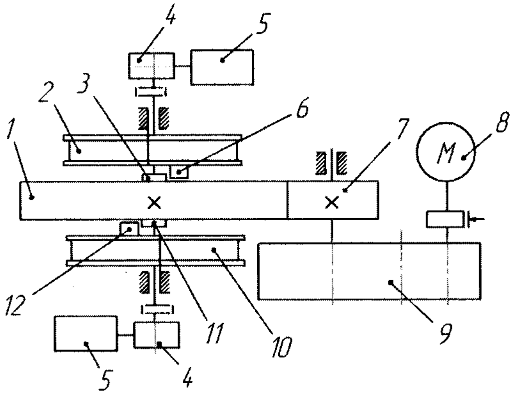
Лебідка управління конусами призначається для поперемінного підйому і опускання конусів при завантаженні шихти у доменну піч. Основними елементами лебідки є (рис. 9.15): жорстка зварна рама, вантажний вал з двома вільно посаженними на нього барабанами. Між барабанами жорстко закріплене зубчасте колесо, що перебуває у зачепленні з приводною шестернею, яка закріплена на валу двоступінчастого редуктора. Електродвигун оснащений гальмом. Фіксування положень барабанів і їх управління здійснюється командоапаратами.

Принцип дії лебідки полягає в наступному. Електродвигун через муфту, редуктор і зубчасту шестерню приводить в обертання за годинниковою стрілкою зубчасте колесо, яке своїм кулаком захоплює кулак одного із барабанів і приводить його в рух. При цьому ланцюг намотується на барабан і відкриває, наприклад, малий конус. Барабан великого конуса в цей час залишається нерухомим. Після відкривання (опускання) малого конуса лебідка автоматично обертає зубчасте колесо у зворотний бік і конус під дією балансирного пристрою піднімається вгору. При обертанні зубчастого колеса від вихідного положення у зворотному напрямі за рахунок взаємодії кулаків зубчастого конуса і барабана опускається великий конус. Піднімається цей конус також балансирним пристроєм. Кожний барабан лебідки обертається на кут біля 320°. При цьому повністю усувається можливість одночасного спрацьовування обох конусів.

При виготовленні лебідка проходить повне контрольне складання і обкочування на заводському стенді. На місце монтажу вона у більшості випадків надходить повністю складеною, установлюється на фундамент і всі її механізми піддаються ревізії.

Налагодження усіх механізмів машинної зали (скіпова лебідка, лебідка управління конусами, зондова лебідка) здійснюють одночасно.

Подачу лебідки у машинну залу у більшості випадків здійснюють за допомогою залізничних кранів. Проте існують і інші способи, що освітлені при описі монтажу скіпової лебідки. Станину виставляють на металевих підкладках висотою 60–80 мм, які розташовані з обох боків кожного анкерного болта. Рихтування станини здійснюють по контрольним реперам за допомогою перевірної лінійки і рівня. Точність установлення допускається з відхиленнями 0,1 мм на 1 погонний метр [25].



1 — зубчасте колесо; 2, 10 — вільно посаджені барабани; 3, 11 — кулак колеса 1; 4 — кінематичний редуктор; 5 — командоапарат; 6, 12 — кулак барабанів; 7 — приводна шестерня; 8 — електродвигун з гальмом; 9 — силовий редуктор

Рисунок 9.15

Кінематична схема лебідки управління конусами

Перед установленням лебідки на скобах, що закріплені у стіні вище її корпусу, натягують струни проектних осей, які використовуються для підвіски висків і цим самим установлюють положення лебідки у плані. Після цього затягують анкерні болти і одночасно перевіряють горизонтальність станини за допомогою рівнів чи лазерної техніки.

Контрольне перевірення установлення виконують лише після здійснення ревізії по роз'ємності станини. Тільки після цього станину підливають бетоном.

Установлену на місце лебідку розбирають для ревізії її деталей. При цьому віддаляють консервоване мастило, промивають підшипники і перевіряють їх цілість. Ванни редукторів ретельно проми-

вають гасом і насухо протирають ганчір'ям. Редуктор повністю розбирають за винятком підшипників. Підшипники з індивідуальним змащенням після промивання заправляяють мастилом.

У тих випадках, коли лебідка надходить на монтаж розібраною, виконують її складання і одночасно виконують повну ревізію. Розпочинають із з'єднання половинок станини і в першу чергу установлюють точені болти, а після установлення всіх болтів забивають шпонку. Складену станину установлюють на місце, вивіряють по осям і горизонталі і закріплюють анкерними болтами.

Потім монтують стояки підшипників вала зубчастого колеса, на вал насаджують зубчасте колесо, барабани і після цього підшипники вала. Вузол колеса з валом і підшипниками укладають на місце і перевіряють точність установлення за допомогою рівня чи лазерної техніки, закривають кришки підшипників. Після установлення стояка виносного підшипника вала приводної шестерні і ванни редуктора вивіряють і закріплюють їх на станині болтами. Вал приводної шестерні складають з вихідною шестернею редуктора і укладають на місце. Одночасно установлюють інші шестерні редуктора і закривають його кришкою. Після цього насаджують напівмуфти і установлюють електродвигун із прицентруванням його до редуктора, складають гальмо, ставлять командоапарат і кінцеві вимикачі. Редуктор і інші точки змащення заповнюються мастилом.

До прикріплення ланцюгів управління конусами лебідку випробовують вхолосту. Обкочування розпочинають обертанням лебідки вручну не менше ніж один оберт зубчастого колеса. Потім здійснюють короткочасними поштовхами електродвигуном в обидва боки. Лише після цього вмикають лебідку на двогодинне безперервне обкочування в кожний бік. Під час обкочування термометром перевіряють температуру підшипників. Максимальна температура нагріву підшипників не повинна перевищувати температуру навколишнього середовища більше ніж 50°С.

Перед приєднанням ланцюгів управління конусами визначається, який барабан лебідки призначений для управління великим, а який — для управління малим конусом. Коли призначення барабанів визначено, зубчасте колесо лебідки обертають до того часу, коли кулаки, що закріплені на ньому, не опиняться на рівній відстані від лінії, яка вказує на напрямок канатів — продовження ланцюгів. Потім барабани установлюють у таке положення, щоб їх кулаки торкнулись

кулаків зубчастого колеса. Таке положення називається центральним і відповідає закритому положенню обох конусів. Після установлення центрального положення з'єднують ланцюги з пристроями граничного натягу канатів чи з канатами, якщо вони вже натягнені.

Режимне випробовування лебідки здійснюють одночасно з випробовуванням усіх механізмів системи завантаження на протязі 48–72 годин безперервної дії системи.

ЦЕНТРУВАННЯ КОНУСІВ

Після закінчення монтажу засипний пристрій центрують, що являє собою перевірення довжини підвісок і установлення кінцевих положень конусів, із яких перше відповідає закритому стану, а друге визначають для кожного конуса окремо і послідовно. При закритих конусах на підвісках роблять відмітки. При цьому повільно відкривають (опускають) один із конусів і по зробленій відмітці вивіряють величину відкриття. Після того як відмітка опуститься до заданої проектом величини, кінцеве положення передають електрикам для фіксації в електричній схемі. Потім вимірюють зазори між штангами малого і великого конусів, які виконують в місцях установлення ущільнень, а останні виймають на час вимірювань. На випадок виявлених перекосів гайками змінюють довжину підвісок. Якщо не дістає різьби, то під гайки кладуть шайби.

Вимірювання зазорів виконують у чотирьох точках на двох взаємно перпендикулярних осях за допомогою нутроміра чи клина (за визначальну приймається вісь похилого мосту).

Після вимірювання розпочинають центрування великого конуса. Для цього при відкритому малому конусі великий конус опускають на 35–50 мм. У чотирьох точках, що розташовані на двох взаємно перпендикулярних осях (визначальною тут має бути також вісь похилого мосту), за допомогою тих же інструментів виконують заміри. Отримані розміри являються відстанню між конусом і чашею по перпендикуляру до твірних. Для визначення величини переміщення (пересування) конуса у горизонтальній площині вони мають бути скориговані згідно з кутом нахилу конуса.

Для зміщення великого конуса пересувають раму балансирів за допомогою роликів-упорів, що дозволяють це робити у межах 100 мм у кожному напрямі. На опорних балках рами балансирів роблять відмітки, що мають зберігатись до кінця центрування. Застосо-

вуються механічні і гідравлічні домкрати (на печах великих об'ємів — гідравлічні домкрати).

Перевіряють центрування при закриванні декілька разів великого конуса при відкритому малому конусі і закритому малому конусі. Правильно збалансований і відцентрований великий конус має щільно прилягати до чаші. Причиною неповного прилягання може бути згинання штанги великого конуса. В цьому випадку, як відмічено у роботі [25], неможливо досягти точного центрування. Тому необхідно вкрай обережно поводитись зі штангою великого конуса під час монтажних робіт.

Проте навіть правильно відцентрований конус при неправильному положенні прямильного (пантографного) механізму може відходити в бік під час відкривання і подвоювати удар при закриванні.

Правильність установлення прямильного механізму перевіряють наступним чином. На траверсу штанги великого конуса кладуть лінійку так, щоб вона торкалась підвісок штанги малого конуса. При неправильній установці прямильного механізму відносно штанги малого конуса підвіски зрушують лінійку в бік. Таким же чином кладуть лінійку на траверсу штанги малого конуса і перевіряють правильність установлення прямильного механізму відносно штанги великого конуса.

У випадках, коли перша пересувка балансирів не приводить до бажаних результатів, замірювання положення конуса здійснюють декілька разів (як це описано вище).

Після закінчення центрування великого конуса розпочинають центрування малого. Напрям його руху відносно воронки визначають таким же способом, що і для великого конуса. Проте переміщення малого конуса не здійснюють, оскільки для цього необхідно було б пересувати раму балансирів, що призвело б до порушення центрування великого конуса. Тому за даними вимірювань пересувають розподільник шихти.

Перевірення величини зазорів малого конуса виконують у кожному із шести положень розподільника шихти (0; 60; 120; 180; 240; 300°) і, якщо у цьому виникає необхідність, пересувають розподільник.

Закриття малого конуса перевіряють як при відкритому, так і при закритому великому конусі. При центруванні конуса відносно чаші при відкриванні на 50мм допускається розбіжність зазорів у межах до 1мм.

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ і МОНТАЖ ТРИКОНУСНОГО ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Триконусні завантажувальні пристрої на теренах України використовуються лише на ВАТ к-т «Запоріжсталь». У цьому пристрої функції замикаючого органа перенесено на додатковий малий конус з воронкою, а великий конус із чашею виконує роль розподільчого органа (рис.9.16).

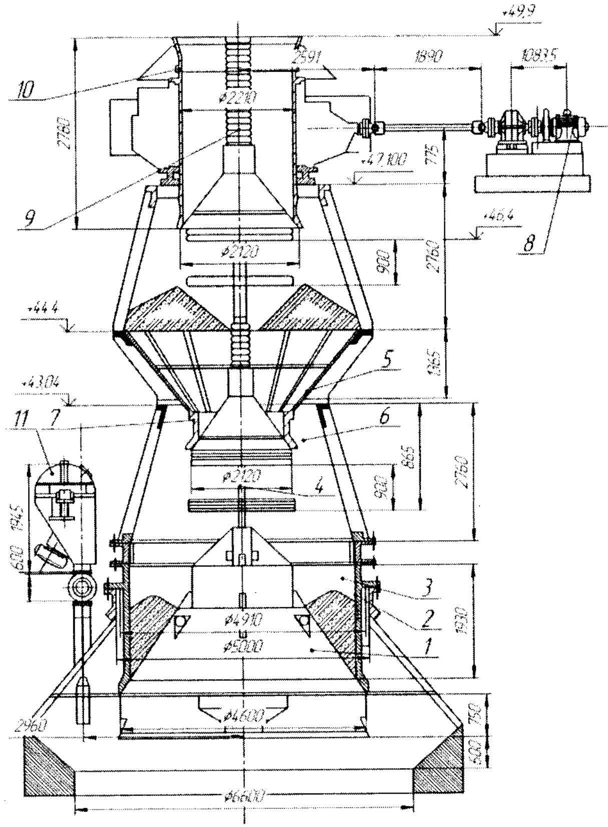


Рисунок 9.16
Триконусний завантажувальний пристрій

Для усунення зносу контактних поверхонь великого конуса і чаші тиск під і над великим із конусом вирівнюється (зрівноважений).

Великий конус 1 і чаша 2 триконусного завантажувального пристрою вміщує повну подачу (чотири скіпа). На верхній фланець

чаші великого конуса установлений газовий затвор 3, на якому розташовується воронка 5 малого середнього конуса, що підвішується на штанзі 4, і верхній газовий затвор 6. Вище установлено звичайний розподілювач шихти 7 з приводом його обертання. Приймальна воронка 10 і вимірювачі рівня шихти 11 мають звичайну конструкцію (тобто, таку, яка застосовується на двоконусних пристроях).

Великий конус підвішений на цільній штанзі, а середній і верхній малі конуси — на порожнистих штангах 4 і 9, що вимагає додаткового ущільнення між штангами і додаткового привода переміщення середнього конуса.

Маневрування усіх конусів здійснюється плунжерними гідроциліндрами. Великий і середній конуси оснащено одним циліндром, а верхній — двома циліндрами. Причому, для великого конуса застосовано звичайний балансирний привод, але замість електромеханічної лебідки тут використовується плунжерний гідроциліндр. Інші конуси безбалансирні і поєднуються з гідроциліндрами підвісками. Кожний з гідроциліндрів оснащено командо-контролером, що дає змогу контролювати положення конусів.

Слід при цьому відмітити те, що гідравлічний привод має низку переваг перед електричним з ланцюгово — канатною передачею. Зокрема, сили інерції при закритті великого конуса погашаються демпфером, який забезпечує його посадку у чашу зі швидкістю близькою до нульової. При цьому досягається щільне притискання конусів до чаш. Важливим є також те, що можна регулювати швидкість, прискорення і уповільнення в крайніх положеннях конусів. Гідропривод не має зв'язку з мостом і вібрації мосту, які зазвичай, розгойдують конуси, на такий привод не передаються.

Загалом же такий завантажувальний пристрій дозволяє підвищити стійкість у порівнянні з двоконусним у 2–3 рази.

В той же час виникають у порівнянні з двоконусним пристроєм певні проблеми при монтажі, оскільки неможливо повністю складати пристрій внизу на монтажному майданчику і подавати його у такому вигляді на колошник печі.

2. МІКСЕРИ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Міксери призначаються для збереження рідкого (розплавленого) чавуну, який надходить у мартенівські і конвертерні цехи після

виплавлення у доменних печах. Сучасні цехи оснащаються типовими стаціонарними міксерами місткістю 600,1300 і 2500 т.

Міксери розташовують у спеціальних спорудах, що будуються поряд із спорудами сталеплавильних агрегатів. У міксері зберігається температура чавуна і вирівнюється його склад. Іншим позитивом міксерів є те, що вони дозволяють забезпечувати безперервність технологічного процесу: доменна піч — сталеплавильний агрегат.

Міксер (рис.9.17) являє собою горизонтально розташований циліндр — корпус 17 зі сферичними днищами 15, які приєднуються до корпуса на болтах 16. Всередині металевий корпус (δ=30...40 мм) викладено вогнетривкою цеглою 14. До зовнішньої циліндричної частини корпуса прикріплені двоє кілець 11, що складаються із сегментів. Через ці сегменти корпус міксера спирається на ролики 8, що закріплені в обоймах 6. Ролики перекочуються по опорним напрямним, які установлені на фундаменті і з'єднані з ним анкерними болтами.

Міксер нахиляють за допомогою механізму нахилу, що складається із зубчастої рейки 13, яка прикріплена до кронштейна 12. Рейка приводиться в рух за допомогою рейкової шестерні 10, яка охоплена кожухом 9, і приводиться у дію від електродвигуна через редуктор 13.

У корпусі міксера є заливна горловина 2 і розливний носик 5 з кришками 3 і 4 відповідно. Вісь обертання міксера зміщена відносно його центра тяжіння так, що при вимиканні струму від механізму нахилу міксер під дією власної ваги повертається у початкове положення.

Температура залитого у міксер чавуна підтримується пальниками, газ до яких подається по системі трубопроводів.

Міксери (один чи два) установлюють у закритій однопрогінній будові, що обслуговується двома мостовими заливними кранами вантажопідйомністю 180±50/16 т. Ці крани використовуються і при проведенні монтажних робіт.

Укрупнене складання і клепання днищ виконують у горизонтальному положенні на спеціальних стендах. Потім на днище як на підвалини у вертикальному положенні складають циліндричну частину кожуха. При цьому для забезпечення необхідної жорсткості всередині кожуха установлюють тимчасове середохрестя із прокатного профілю.

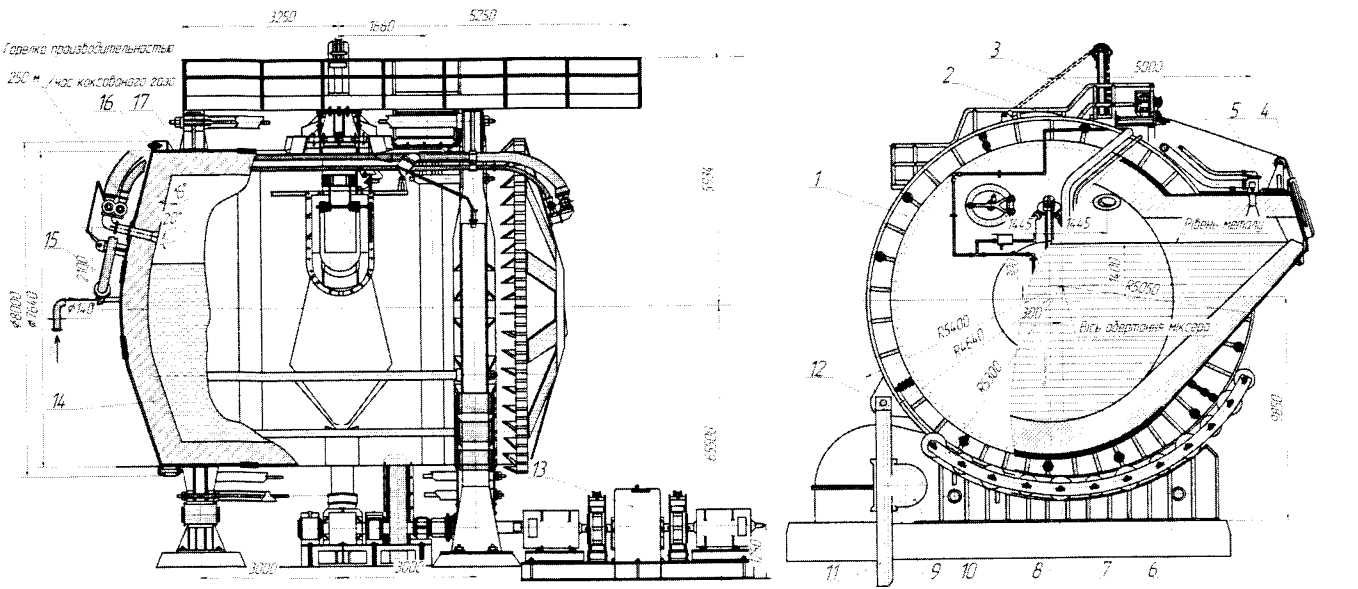


Рисунок 9.17

Зовнішній вигляд типового міксера

Для складання кожуха у місці дії мостового крана установлюють стелажі із шпал, рейок чи балок. Складають кожух таким чином, щоб твірна його циліндричної частини займала вертикальне положення. Внутрішні і зовнішні накладки усіх монтажних стиків, а також обидва носики і зовнішні накладки і горловину міксера припасовують під клепання. Здійснюють цю операцію за допомогою складальних болтів і підігріванням накладок і інших елементів припасування двома чи трьома автогенними пальниками. При зтягуванні під клепання ставлять 20–25% монтажних болтів і 15–20% точених пробок, призначенням яким є оправлення отворів, тобто для забезпечення максимально можливого суміщення двох чи більшої кількості елементів у кожному стику [18].

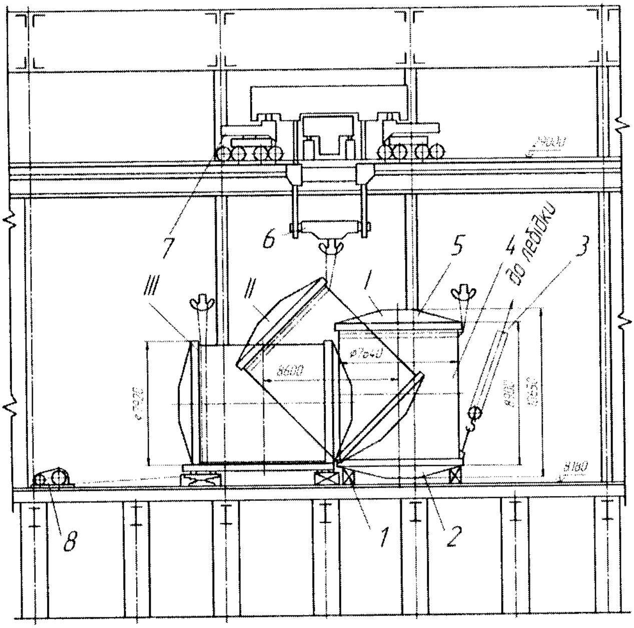
Поряд зі складанням кожуха установлюють опорні напрямні плити. При цьому користуються сталевими струнами, які натягують по проектним осям і відміткам на фундаменті. Положення опорних плит по висоті вивіряють за допомогою водних рівнів чи лазерних приладів із використанням спеціальних мірних рейок. Відхилення між плитами має бути у межах ±5 мм, непаралельність по всій довжині — 3 мм, а різниця відміток в одному поперечному перерізі також у межах 3 мм. Остаточно вивірені і прикріплені до фундаменту анкерними болтами опорні плити підливають бетонною сумішшю. Тільки після схоплення бетону продовжують монтажні роботи.

Розпочинають роботи з установлення роликових опор. При цьому має бути симетричне розташування роликів відносно опорних плит. Зазори між ребордами роликів і опорними плитами чи сегментами мають складати не більше 10 мм, а збільшення чи зменшення цих зазорів допускається у межах 3 мм [18].

Наступною операцією є монтаж кожуха. Спочатку складений кожух кантують із вертикального положення у горизонтальне за допомогою заливного крана 7 (рис.9.18). При цьому використовують універсальні стропи і спеціальну траверсу 6 з дворогим гаком. Відтягують корпус лебідкою через поліспаст 3 і другою лебідкою 8. У горизонтальному положенні міксер установлюють на нижні сегменти. Кожух міксера місткістю 1300 т транспортують одним заливним краном, а місткістю 2500 т — двома заливними кранами з використанням спеціальної траверси.

На кожусі установлюють верхні сегменти бандажів, з'єднують їх з нижніми і остаточно затягують болти, які з'єднають сегменти

бандажів між собою і кожух із бандажами. Установлюють заливну горловину і заливний носик.



I–III — послідовні положення при кантуванні; 1 — стелаж; 2 — праве днище; 3 — поліспаст; 4 — циліндрична частина кожуха; 5 — ліве днище; 6 — спеціальна траверса; 7 — заливний кран; 8 — лебідка.

Рисунок 9.18
Схема складання і кантування міксера місткістю 1300т

Непаралельність бандажів і відхилення від співосності допускається у межах ±2 мм, а незбіг осі симетрії бандажів із віссю симетрії кожуха не більше 30 мм.

При монтажі виконавчих механізмів (повороту міксера, відкривання кришок заливної горловини і носика) і інших елементів (майданчиків, східців, газопроводів і т.п.) користуються відомими прийомами, які не потребують пояснення.

Міксер випробують спочатку в холосту з перевірянням його кантування. Якщо повернення кожуха у вихідне положення забезпечується після обезструмлення механізму повороту, то розпочинають футерування кожуха. Для випробування під навантаженням у міксер заливають чавун із ковшів доменного цеху.

3. КОНВЕРТЕРИ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

На сучасних металургійних підприємствах з великим обсягом виробництва чавуну використовуються, як правило, конвертери місткістю 300–400 т. Один такий конвертер здатен замінити 5–6 мартенівських печей місткістю 500 т кожна. Тому на застарілих підприємствах, що засновані декілька десятків років тому, переходять чи планують перейти з мартенівського виробництва сталей на конвертерне.

Будова конвертера місткістю 300–400 т показана на рис. 9.19. Конвертер має грушоподібний семитричний зварний корпус 1 із вставним днищем. Всередині корпус футерований смоло-магнезитовими блоками і з'єднаний з опорним кільцем 2 шарнірною системою, що компенсує температурний вплив на механічну частину конвертера. Вузли кріплення і опорне кільце закриті від попадання металу і шлаку захисним кожухом, який приварений до корпусу.

З двох опор 5 конвертера одна зафіксована, а інша має можливість зміщуватись у певних межах. Обидві цапфи 3 є приводними. Механізм повороту конвертера оснащено двома однаковими шестидвигунними приводами навісного виконання. Кожний привод має тихохідний редуктор 6, що насаджений на цапфу 3, шість швидкохідних навісних редукторів 7 з електродвигунами 4, хитну раму11 тихохідного редуктора і систему фіксування тихохідного і швидкохідних редукторів із пружинними буферами 8 і гідравлічним буфером 9.

Тихохідний редуктор має роз'ємну конструкцію (корпус + кришка). Всередині редуктора розташоване зубчасте колесо, яке має конічну маточину і входить в зачеплення із шістьма перефирійними валами-шестернями з вихідним конічним хвостовиком. Цією маточиною редуктор насаджується на цапфу і жорстко фіксується. Іншою точкою закріплення редуктора слугує буфер 9, який поєднаний з редуктором хитною рамою 11.

Швидкохідний навісний привод містить триступінчастий циліндричний редуктор із вмонтованим електродвигуном і гальмом. Вихідне зубчасте колесо має конічну маточину, якою насаджується на конічний хвостовик перефирійної шестерні і жорстко фіксується. Іншою точкою закріплення швидкісного навісного привода служить буфер 8.

До переваг навісних багатодвигунних приводів по відношенню до звичайних стаціонарних приводів можна віднести наступне:

- менші габарити і маса механізму;

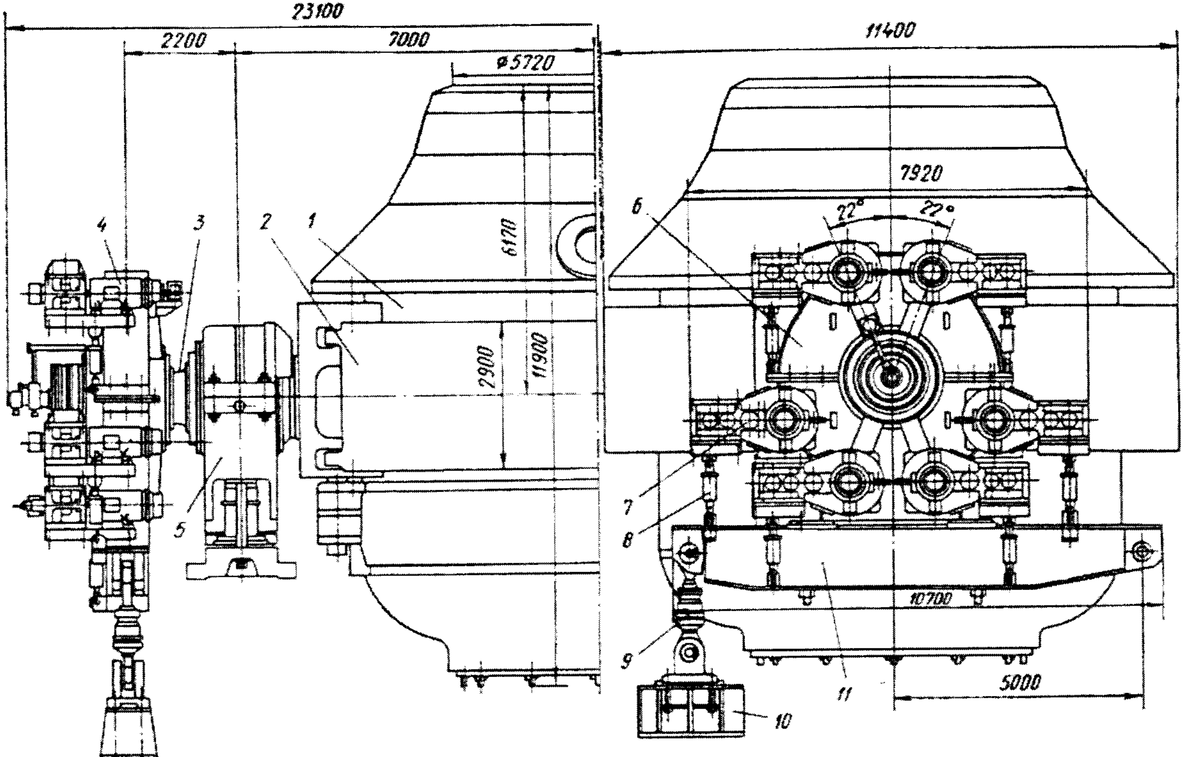


Рисунок 9.19

Конвертер місткістю 300–400 т з двостороннім навісним приводом

- здатність гасити динамічні навантаження і тим самим суттєво підвищити термін служіння навантажених вузлів і елементів привода;
- простота і легкість монтажу і демонтажу механізму.

Технологія монтажу конвертера передбачає укрупнене складання монтажних вузлів і установлення їх у проектне положення. Укрупнене складання виконується на майданчику у завантажувальному прогоні конвертерної дільниці (відділення) на рівні долівки цеху чи на робочому майданчику. У робочому майданчику залишаються монтажні прорізи (отвори) над сталевозною колією, на якій установлюють домкратний пристрій для монтажу і переміщення складеного конвертера до місця установлення [24].

Корпус і опорне кільце складають із елементів, що надійшли від завода-виробника, за допомогою заливного крана завантажувального прогону вантажопідйомністю біля 500т.

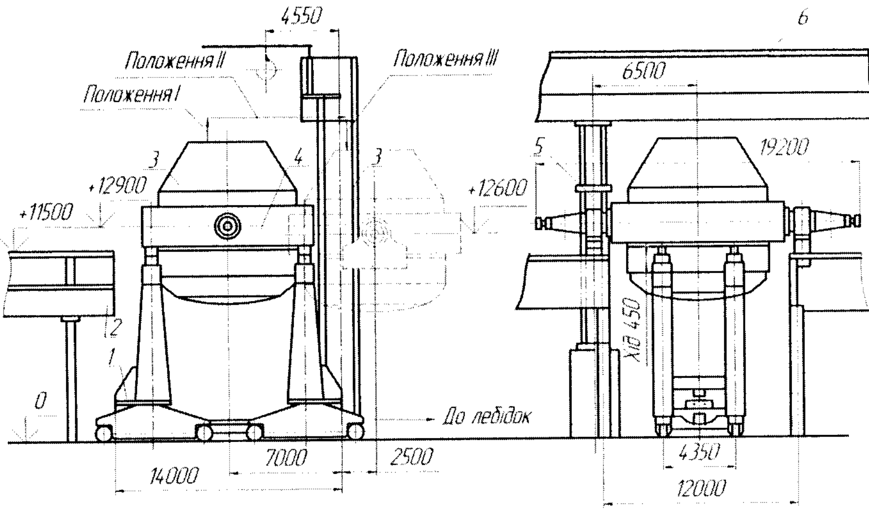
Складання здійснюють на спеціальних стендах, які установлені на несні балки робочого майданчика чи на бетонні підвалини на рівні долівки цеху. Елементи конвертера подають у зону монтажу по тимчасовій залізничній колії на нульовій відмітці і піднімають на робочий майданчик через тимчасовий монтажний проріз.

Після укрупненого складання монтаж корпуса конвертера здійснюють з використанням домкратних пристроїв 1 (рис.9.20). Роботи виконують таким чином. На домкратний пристрій за допомогою крана установлюють корпус конвертера 3. Опорне кільце 4 опускають краном на корпус до спирання башмаками на домкратні пристрої. Після цього регулюють точність опорного кільця 4 за допомогою клинових домкратів і підвішують корпус до опорного кільця на меридіальних тягах і спирають вузол на домкрати.

За цим піднімають вузол корпуса домкратним пристроєм і напресовують підшипники на цапфи опорного кільця (положення I). Потім фіксують вузол корпуса у піднятому положенні, насувають його лебідками домкратного пристрою до співпадіння поздовжньої осі опорного кільця з віссю підшипників (положення II), надівають корпуси підшипників і опускають вузли на стояки домкратного пристрою (положення III) [32].

На час насування віддаляють нижню з'ємну частину колони 5, на яку спирається підкранова балка 6 машини для завантажування скрапу, щоб пропустити опорне кільце з цапфи.

При насуванні опори фіксатори домкратного пристрою надійно фіксують вузол корпуса під час насування, що дозволяє без проблем перемістити пристрої із вантажем масою до 1400 т [32]. На домкратному пристрої також передбачено троє регулювальних клинових домкратів вантажопідйомністю 150 т кожний.



1 — домкратний пристрій; 2 — робочий майданчик; 3 — корпус конвертера; 4 — опорне кільце; 5 — нижня з'ємна частина колони; 6 — підкранова балка

Рисунок 9.20

Схема насування укрупненого вузла корпуса конвертера за допомогою домкратного пристрою вантажопідйомністю 1800 т

Після перевірення якості складання підшипникових опор (виконують декілька хитань корпуса навколо цапфи на 100–120°) на цапфах опорного кільця монтують тихохідні редуктори. Напресовують зубчасте колесо редуктора за допомогою гідрошайби [24].

Якщо вантажопідйомність гідродомкратного пристрою недостатня, то тихохідний редуктор монтують після насування конвертера у проектне положення.

Поряд із монтажем корпуса конвертера монтують за допомогою високопідйомного крана конвертерного прогону вантажопідйомністю 80 т опорні стояки. При цьому ретельно вивіряють положення стояків. Допускні відхилення мають бути такими: осі стояків

вздовж осі цапф від розбивної осі, що установлена проектом і зафіксована струною, ±5 мм; відстань між осями стояків, що дорівнюють відстані між осями опорних підшипників ±10 мм; відміток верхніх опорних площин стояків від проектних ±10 мм.

Після монтажу тихохідного редуктора конвертер насувають у проектне положення на домкратному пристрої, який пересувається електролебідкою. Але перед цим на фундамент установлюють утримуючий пристрій і тимчасово кладуть на дерев'яні бруски хитну раму.

Остаточно привод конвертера складають у такій послідовності: з'єднують тихохідний редуктор і гідравлічний буфер 9 (рис. 9.19) із хитною рамою 11; монтують навісні приводи і пружинні буфери 8, регулюють пружинними буферами горизонтальність навісних приводів; надають гідравлічному буферу 9 проектне положення, затягують болти кріплення стояка буфера до опорної балки 10 і приварюють обмежувачі ходу хитної рами; монтують командоапарат, сельсин і тахогенератор.

Після виконання описаних робіт остаточно монтують укриття, централізовані системи змащення і охолодження конвертера.

Інші способи монтажу конвертерів різної місткості добре висвітлено у роботі [18]. і хоча робота видана 40 років тому, а за цей час з'явилося нова техніка і прилади, описані способи складання і монтажу являють практичний інтерес і для сьогодення.

4. ЕЛЕКТРОДУГОВІ СТАЛЕПЛАВИЛЬНІ ПЕЧІ

На металургійних електросталеплавильних виробництвах використовуються печі місткістю 25, 50, 100, 200 т (в Україні тільки печі місткістю 25, 50, 100 т).

На рис. 9.21 [27] показано загальний вигляд дугової сталеплавильної печі ДСП-50 з гідравлічними виконавчими механізмами. Піч має несну траверсу 12, яка спирається на спеціальну тумбу, що розташована на люльці 1. Траверса несе шахту з напрямними для переміщення по ним колон 11, з якими жорстко з'єднані електродотримачі 9. На одній осі з колонами змонтовані гідроциліндри 17 механізмів переміщення електродів. Положення електродів 8 регулюються за допомогою гідравлічного регулятора з дросельним управлінням. Затискання електродів здійснюється пружино-гідравлічним механізмом 10.

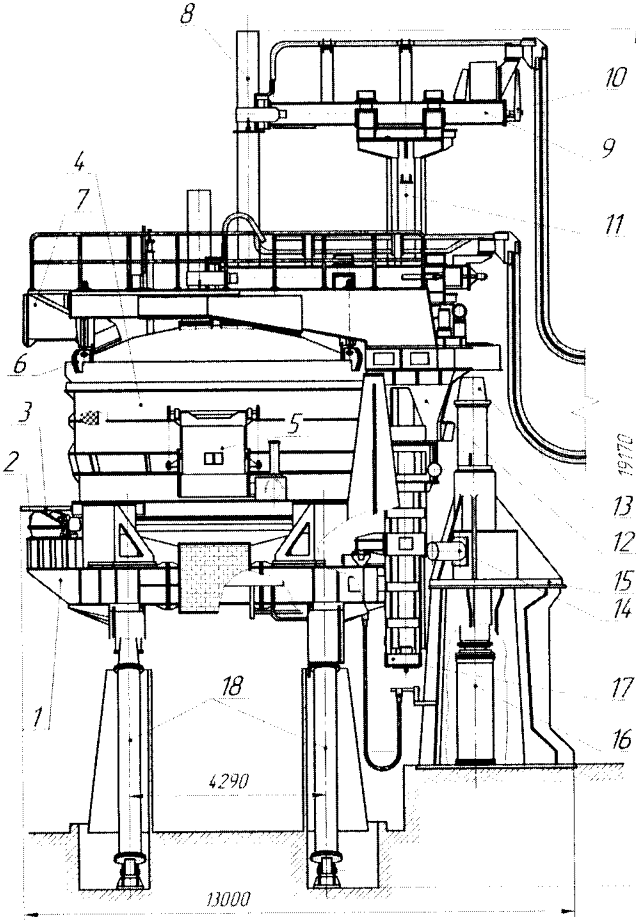
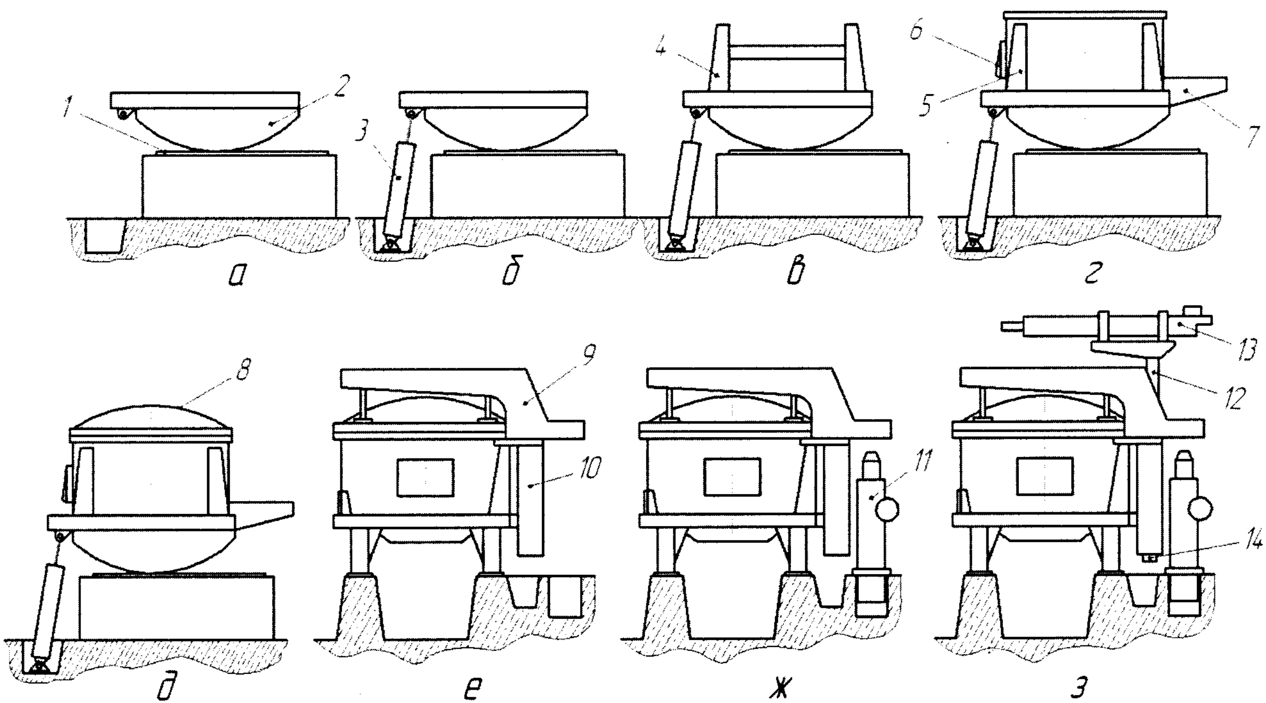


Рисунок 9.21
Електродугова сталеплавильна піч ДСП-50

Переміщення склепіння 6, яке підвішене до траверси 12, здійснюють шляхом введення в отвір траверси конічного хвостовика 13 плунжера і наступного його підйому за допомогою гідроциліндра 16. Поворот склепіння після його підйому разом з траверсою і механізмами переміщення електродів здійснюється за допомогою гідроциліндра 14 і рейкової зубчастої передачі. Нахиляють піч двома поршневими гідроциліндрами 18. Траверса разом із склепінням і механізмом переміщенням електродів має бути опущена на опорну тумбу 15. Димові гази відводяться через газохід 7 на склепінні печі.



а — з — послідовність монтажу; 1 — фундаментні балки; 2 — люлька; 3 — гідроциліндри нахилу; 4 — опорні тумби; 5 — кожух печі; 6 — робоче вікно; 7 — зливний носик; 8 — склепіння; 9 — напівпортал; 10 — шахта; 11 — гідравлічний механізм підйому і повороту склепіння; 12 — колони; 13 — електродотримач; 14 — гідроциліндр

Рисунок 9.22

Технологічна послідовність монтажу печі ДСП-50

Обертання корпуса 4 печі навколо своєї осі здійснюється механізмом 2, що розташований під майданчиком 3.

Робоче вікно печі закривається заслінкою 5, яка управляється поршневим гідроциліндром.

Піч завантажується при відведеному в бік склепінні за допомогою спеціальних кошелей із відкривним днищем. Шлак скочують через робоче вікно, і при нахилі печі на 7–10°. Метал зливається через зливний носик, який розташований з протилежної сторони від робочого вікна, і при нахилі печі на 40–50°.

Монтаж печей здійснюється укрупненими блоками. Укрупнене складання виконують на стендах у пічному прогоні електросталеплавильного цеху за допомогою мостових кранів, що слугують для завантаження печей скрапом.

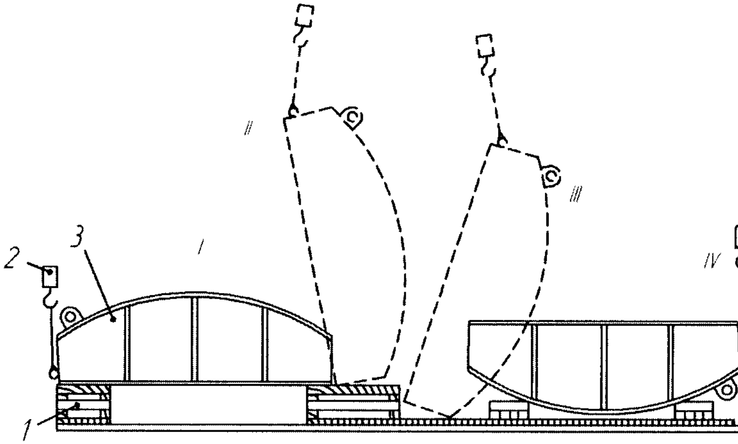
При монтажі печей серії ДСП (з підйомно-поворотним склепінням) укрупняють наступні блоки: люльку, корпус (ванну) печі, шахту, напівпортал печі, склепіння, механізм підйому і повороту склепіння.

Монтаж, зокрема, печі ДСП-50 виконують краном у послідовності, що показана на рис.9.22, а. Послідовно установлюють на фундамент дві фундаментні балки 1. Але перед монтажем здійснюють їх ретельний огляд і підготовку, а також готовлять пакети сталевих підкладок для установлення і регулювання на фундаменті. В кожному пакеті має бути не більше п'яти підкладок. Після закладки фундаментних болтів у колодці виконують вивірення положення балок за допомогою традиційних методів (струни, виски, рівні чи лазерна техніка) і підливають під одну балку бетоном.

Вимоги до монтажу фундаментних балок такі: паралельне зміщення балок відносно проектних осей не більше ±5 мм; різниця рівнів робочих поверхонь балок не більше 0,2 мм/м; допустиме відхилення від паралельності між собою не більше 0,5 мм/м; допустиме відхилення висотної відмітки робочої поверхні балок не більше ±5 мм.

Наступним кроком монтажу є установлення люльки 2 (рис. 9.22, а), що пройшла стадію укрупнення. При укрупненні люльки спочатку підготовлюють шпальні кліті, на які установлюють балки, а потім сегменти механізму нахилу і з'єднують їх між собою болтами. Після вивірення помосту на горизонтальність і уточнення відповідності розмірів відстані між сегментами по кресленню здійснюють зварювання люльки. Оскільки складання люльки виконувалось

у перевернутому стані, після зварювання здійснюють кантування люльки (рис. 9.23).



1 — шпальна кліть; 2 — підйомний пристрій; 3 — люлька; і — IV — положення люльки

Рисунок 9.23

Схема кантування люльки

Складений укрупнений вузол люльки за допомогою крана і відповідного стропування установлюють на фундаментні балки і закріплюють в горизонтальному положенні. Після цього уточнюється положення люльки і при необхідності коригується положення другої фундаментної балки і підливають її бетоном (рис.9.22, а).

Після установлення люльки монтують попередньо складені і вивірені гідроциліндри 3. Гідроциліндри розташовуються у приямках фундамента (рис. 9.22, б).

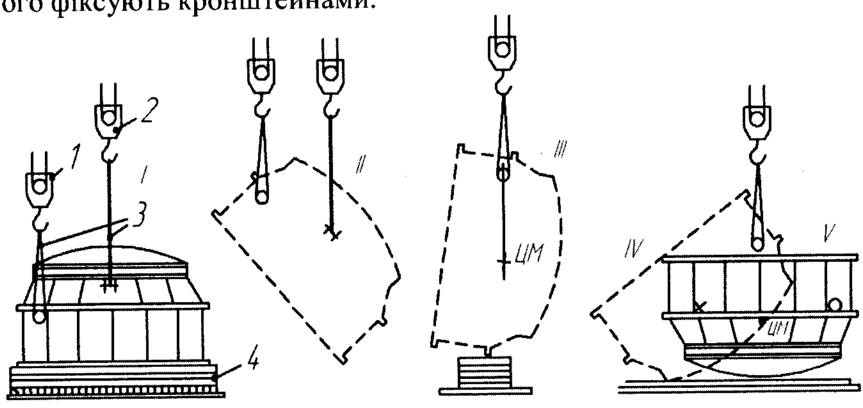
При цьому вивіряють співосність циліндрів і сегментів люльки. При допустимому співпадінні осей підливають подушки і заливають фундаментні болти, опорні балки, і кронштейни гідроциліндрів.

По закінченню монтажу гідроциліндрів остаточно коригують осі люльки з осями печі [27]. При цьому мають витримуватись такі вимоги: відхилення від горизонтальної робочої поверхні люльки у взаємно перпендикулярних напрямах повинні бути не більше 0,3 мм/м; відхилення відстаней паралельності сегментів — не більше 0,5 мм/м; відхилення перпендиклярності сегментів поверхні люльки — не більше 0,5 мм/м.

Тумби 4 (рис. 9.22, в) монтують на місці установлення люльки методом зварювання. Відхилення осей тумб від осі печі має бути не більше ±3мм. Особливу увагу приділяють горизонтальності опорних поверхонь тумб, вивіряють за допомогою рівнів.

Укрупнене складання кожуха печі 5 (рис. 9.22, г) здійснюється на спеціально виготовленому для цієї мети стенді. Перед складанням стенд вивіряють на горизонтальність. Спочатку складають дві половини верхньої частини кожуха і після їх стикування та вивірення зварюють. Таким же чином складають і зварюють дві нижні секції, а потім складають нижню частину кожуха з верхньою і остаточно зварюють весь кожух. Після зварювання кожух кантують на 180° (рис. 9.24) і установлюють на люльку (рис. 9.22, г). Потім сполучають вісь кожуха з повздовжньою віссю люльки, а поперечну зрушують на 100мм відносно люльки у бік робочого вікна і закріплюють фіксатори. На складеному кожусі монтують робоче вікно 6, зливний носик 7, майданчик для піскового затвора і робочі майданчики на люльці.

Склепіння 8 (рис. 9.22, д) зварюють з окремих елементів каркаса, а потім установлюють на каркас попередньо підготовлену купольну частину. Складене і випробуване склепіння установлюють на кожух печі таким чином, щоб ніж кільця склепіння ліг у корито піскового затвора, а осі електродних отворів відповідали розпаду електродів відносно осі кожуха. Після регулювання положення склепіння його фіксують кронштейнами.

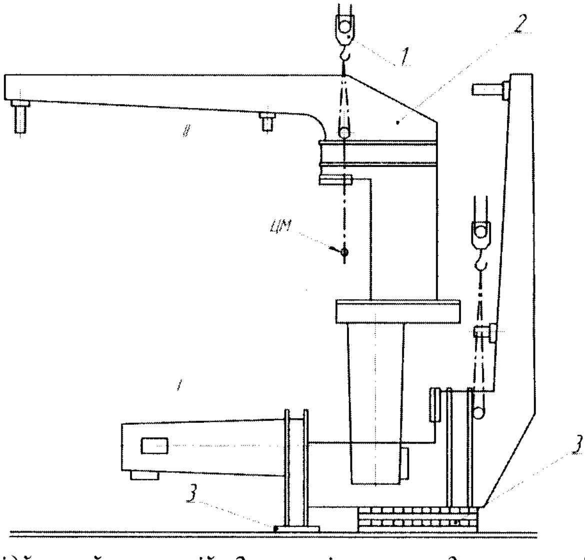


1, 2 — підйомні пристрої; 3 — стропи; 4 — стенд; ЦМ — центр мас; і — V — положення кожуха

Рисунок 9.24

Схема укрупненого складання і кантування кожуха печі

Слідом за монтажем описаних вище елементів розпочинають укрупнене складання вузла консолі, напівпортала 9 (рис. 9.22, е) і шахти 10 механізмів переміщення електродів. Його виконують у наступній послідовності. Установлюють консоль напівпортала на шпальні кліті (рис. 9.25) і стикують консоль і напівпортал . Після повороту системи, що складається із напівпортала і консолі, на 90° кріплять шахти фланців напівпортала. Після вивірення систему виводять з положення і у положення II і установлюють краном на опорні тумби люльки. Нижній фіксатор виставляють таким чином, щоб забезпечувався гарантійний зазор по вертикалі, і вивіряють горизонтальність верхніх площин консолей, після чого установлюють робочий майданчик і приєднують підвіску до склепіння (рис. 9.22, е).



1 — підйомний пристрій; 2 — напівпортал; 3 — шпальні кліті; ЦМ — центр мас; I,II — положення напівпортала

Рисунок 9.25

Схема укрупненого складання і кантування напівпортала

Монтаж механізму підйому і повороту склепіння 11 (рис.9.22, ж) здійснюють після монтажу напівпортала і шахти. Головним при установці механізму є максимальне витримання вертикальності і відстані осі механізмів від осі печі. Механізм установлюється цільним вузлом, куди входять корпус, один підйомний плунжерний циліндр,

два плунжерні циліндри повороту склепіння, що об'єднані між собою зубчастою рейкою. Кріпиться корпус механізму до фундаменту анкерними болтами. Частина механізму розташовується частково у колодязі фундаменту. При монтажі мають витримуватись такі вимоги: відхилення від вертикальності осі головного циліндра, що контролюється рамковим рівнем, не повинне перевищувати 0,1 мм на 1 м; відхилення осі головного циліндра від осі склепіння має бути не більше ± 3 мм.

Наступним кроком є монтаж механізмів переміщення електродів (3шт) (рис. 9.22, з). Кожний з механізмів складається із наступних елементів: рукавів електродотримача у зібраному стані 13 (складання заводу виробника), стояка 12 і гідроциліндра 14.

Перед монтажем опресовують мідні труби струмопідводів і трубопроводів водоохолодження голівок електродотримачів і перевіряють дію гідроциліндрів механізму затиску електродів.

Монтаж виконують у такій послідовності. В отвори шахти опускають плунжерні гідроциліндри у вертикальні стояки, після чого на стояки установлюють рукава електродів із наступним їх кріпленням через ізоляційні асбоцементні плитки і миканітові втулки із затягненням болтами. За допомогою регулювальних болтів напрямних роликів досягають необхідної вертикальності стояків.

Після монтажу механізмів переміщення електродів монтують ущільнення електродів і патрубки газовідводу та пристроїв для введення кисню у піч.

У процесі випробування складових частин і механізмів печі перевіряють правильність і надійність роботи блокувань: нахил печі буде можливим тільки при опущеному склепінні; підйом склепіння буде можливим тільки при вертикальному положенні печі; поворот склепіння здійснюється тільки при його піднятому стані і при піднятих електродах.

Технологію монтажу інших типорозмірів електродугових сталеплавильних печей (зокрема печей ДСП-100, ДСП-200) грунтовно висвітлено у роботі [27].

5. РОЗЛИВНІ МАШИНИ

Для розливання металів застосовують різноманітні конструкції машин, які поділяются на дві основні групи: карусельні і стріч-

кові. Карусельні, головним чином, використовуються при виробництві міді, нікелю, свинцю та інших кольорових металів. Стрічкові машини використовуються як у кольоровій, так і чорній металургії. Найбільш складними і крупними є машини для розливання чавуну і феросплаів.

На рис. 9.26 зображено загальний вигляд типової двострічкової машини. Зокрема машина використовується для розливання чавуну із чавуновозів з грушоподібними ковшами місткістю 100 і 140 т [20].

Перед розливанням чавуну чавуновоз 7 установлюють напроти стенда 1 таким чином, щоб його поперечна вісь співпала із поздовжньою віссю конвейєрів, по якій установлена розливна ринва 2.

За допомогою кантовального пристрою здійснюється захоплення чавуновозного ковша 7, який спочатку кантують навколо цапф ковша на лафеті, а потім при торканні його з валиками стенда 1 відносно цих валиків до повного його випорожнення.

Розплавлений чавун із ковша попадає у футеровану розливну ринву 2, що закінчується двома (двоє конвеєрів) заливними носиками, які напраляють струмені чавуна у рухомі похило (знизу догори) виливниці конвеєрів 4, 5. Приводи конвеєрів 13 і 14 розташовані вгорі на розвантажувальному боці машини. Наповнені чавуном виливниці при русі охолоджуються водою, що надходить із змонтованого уздовж осі машини водопроводу 8 із бризкалами. У верхній розвантажувальній частині конвеєрів відбувається перекидання виливниць і затужавівший чавун у вигляді чушок випадає із них і по ринвам завантажувальних пристроїв 11 і 12 направляється у металеві залізничні платформи, які у міру заповнення пересувають у напрямі, що перпендикулярний до поздовжньої осі машини.

Порожні виливниці у перевернутому стані разом з нижніми гілками конвеєрів рухаються згори донизу до заливної частини машини.

За допомогою установлених під конвеєрами обприскувачів 9 і 10 внутрішню робочу поверхню покривають вапновим розчином, який уберігає виливниці від приварювання до них чавуну. Похилі плити 3 призначені для відводу бризок чавуну, які попадають під виливниці під час розливання, шляхом зрошення плит водою.

Подання і відведення чавуновоза до і від стенда здійснюється спеціальним маневровим пристроєм.

Кожний із конвеєрів машини складається із приводної станції, натяжної станції, напрямних роликів, пластинчастого ланцюга з вилив-

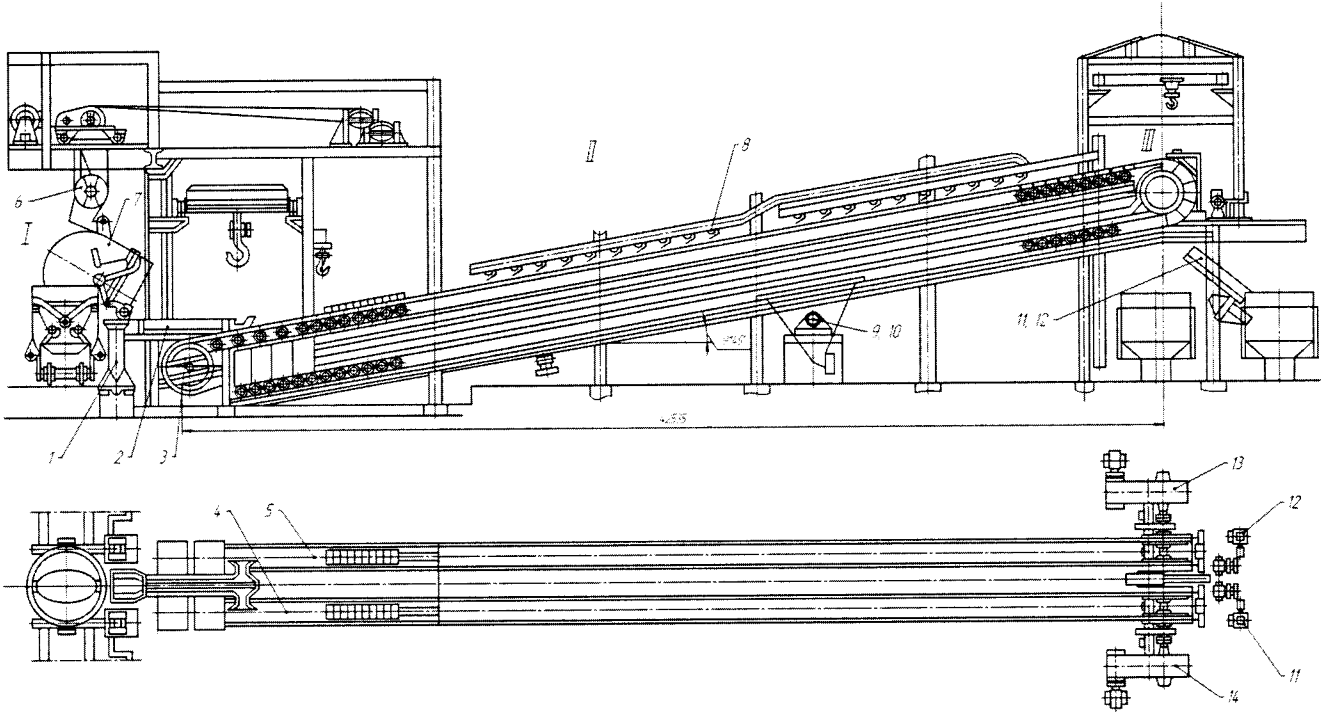


Рисунок 9.26

Типова двострічкова розливна машина для ковшів місткістю 100 і 140 т

ницями. У склад приводної станції входять двоє стояків із підшипниками кочення, змонтований у підшипниках вал і двоє нерухомо посаджених на вал приводних сталевих зірочок. Основними елементами натяжної станції є двоє напрямних, у які вмонтовані повзуни з підшипниками кочення, вісь з двома сталевими зірочками, подвійні гвинти — тяги з гайками і пружинами. Одна із зірочок сидить на осі нерухомо, а інша вільно на втулках, що дозволяє компенсувати нерівномірність зносу і витягування ланцюгів конвеєра.

Кожний привод 13 і 14 конвеєрів (рис. 9.26) складається із несної рами і змонтованих на ній електродвигуна, циліндричного чотириступінчастого редуктора. Тихохідний вал редуктора з'єднаний із зірочкою зубчастою муфтою, а швидкохідний із електродвигуном — еластичною муфтою.

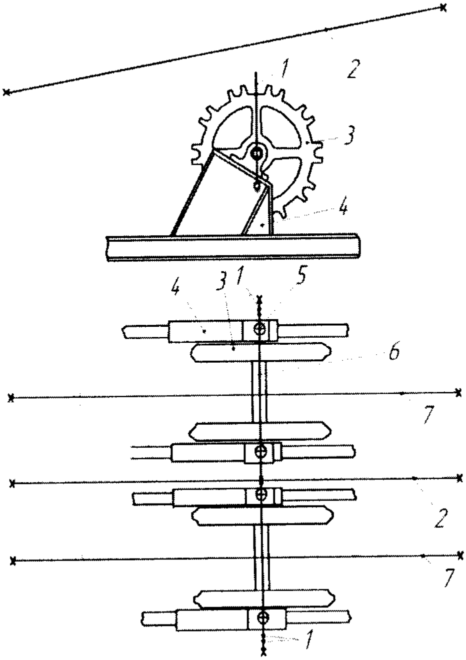
Установлення обладнання розливної машини може бути розпочато лише після ретельного приймання від будівельників сталевого каркасу. Перевіряють каркас по геометричним розмірам, наслідком чого має бути нанесення дійсних розмірів, відхилення яких від проектних дозволить судити про те, чи можна вести монтаж, чи ні.

Монтаж, як і в будь-якому іншому випадку, розпочинають із підготовки такелажних засобів і закріплення у натурі монтажних осей. Монтажні осі закріплюють струнами із тонкого сталевого дроту діаметром 0,5 мм, які натягуються між спеціальними вісетримачами шляхом підвішування тягарів достатньої ваги. Суміщення кожної монтажної осі з відповідною проектною віссю машини здійснюється за допомогою двох висків, що підвішуються до струни на тонкій нитці. Для цього проектну вісь закріплюють на надійно закріплених у фундамент двох металевих планках з нанесеними на них керном точками, які фіксують положення осі [25].

Після приймання каркасу у першу чергу установлюють приводні і натяжні зірочки. Вивірення їх установлення виконують за схемою (рис. 9.27). Основна вимога правильного установлення зірочок полягає у тому, щоб осі валів приводних і натяжних станцій були розташовані під прямим кутом до середньої осі машини. Особливу увагу звертають на маркірування зірочок для лівого і правого конвеєрів. Найменування стрічок визначають при стоянні лицем у напрямі їх руху.

Відхилення валів по рівню допускають у межах 0,2 мм/м., а неперпендикулярність осей стрічок і валів — до 0,5 мм (рахують по торцям валів).

Установлення редукторів і їх вивірення здійснюється за допомогою монтажних осей. Особлива увага приділяється точності прицентруванню редуктрорів до зірочок і електродвигунів до редукторів. Досягають цього поставленням металевих прокладок між корпусами і опорними балками. Після закінчення прицентрування металеві прокладки приєднують до опорних балок. Центрування здійснюється по муфтам за допомогою звичайних скіб, що забезпечує при цьому добре прилягання корпусів редукторів до опор. Тут належить слідкувати за тим, щоб не було допущенно перекосу корпуса при затягуванні анкерних болтів.



1 — висок; 2 — монтажна вісь машини; 3 — зірочка; 4 — опори зірочок; 5 — місця перевіряння вала за рівнем; 6 — монтажна вісь; 7 — вісі ланцюгів

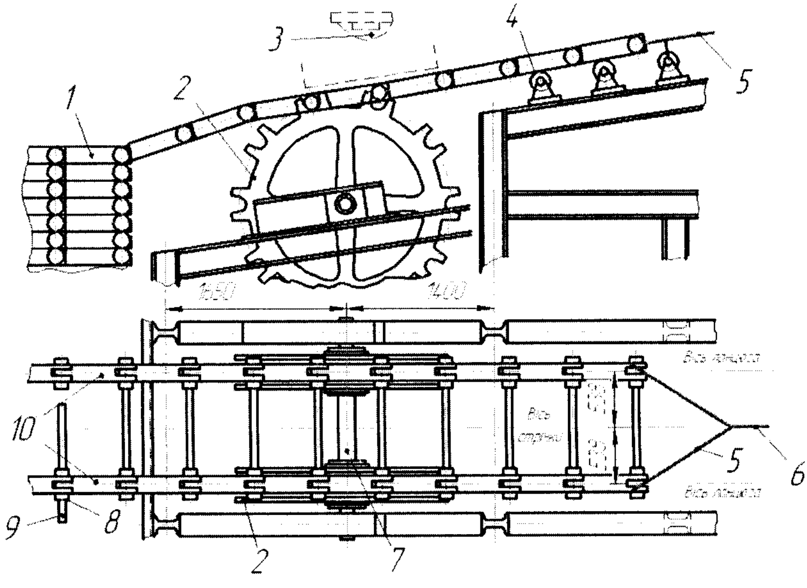
Рисунок 9.27

Схема установлення приводних зірочок

Перед запусканням редуктори розкривають, виймають шестерні, промивають їх і ванну редуктора. При необхідності приладнують підшипники. Знову складають редуктор. Прицентрування електродвигуна виконують по вхідному валу редуктора.

Наступною операцією є установлення роликових опор. Виконують її при користуванні струною, що фіксує вісь стрічки, виском і шаблоном. Шаблон виготовляють із прокатного профілю. У центрі його наноситься осьова позначка. Розмір шаблона по довжині має точно відповідати проектній відстані між ребордами роликів. Щоб усунути перекіс роликів, перевіряння кожної пари виконують за трьома положеннями (приблизно через 120°). Відхилення від шаблона допускаються у межах ±1,5 мм на бік. Кожну перевірену пару роликів остаточно закріплюють болтами.

Складання стрічок із окремих ланок здійснюють за схемою, що показана на рис.9.28, після закінчення вивірення роликів. Ланки складають по дві і укладають біля натяжних зірочок у штабелі по осі кожної стрічки. На першу ланку стрічки ставлять дві мульди, приєднують до неї строп і канат, який іде до лебідки через блоки, що установленні на розвантажувальній частині машини. За допомогою каната і лебідки стрічку пересувають по роликам у напрямі від натяжних зірочок до приводних. у процесі такого переміщення до подвійної ланки стрічки, що сповзає зі штабеля, приєднують чергову ланку з установленням втулки і осі.



1 — штабель із спарованих ланок стрічки; 2 — натяжна зірочка; 3 — місце наступного установлення виливниць (мульд); 4 — ролики; 5 — строп; 6 — канат до лебідки; 7 — вісь натяжної станції; 8 — з'єднувальна вісь; 9 — втулка; 10 — зібрана частина

Рисунок 9.28

Схема складання стрічок

Після складання частини стрічки на верхніх роликах і установлення додаткових блоків направляють тяговий канат у бік натяжної станції і продовжують складання стрічок до з'єднання першої ланки з останньою, тобто до отримання замкненого ланцюга.

Установлення виливниць на складених стрічках виконують в одному місці — біля натяжної станції з використанням підготовленого майданчика для обслуговування. По мірі установлення виливниць стрічку переміщають.

Перед тим, як перейти до обслуговування машини, оглядають її вузли, заливають мастило у редуктори, наповнюють мастилом підшипники роликів. Обкочування розпочинають ручним прокручуванням кожного конвеєра через моторну муфту. Вручну обертають приводну станцію на один оберт зірочок. Після цього машину пускають короткими поштовхами електродвигуна і вже потім вмикають на холосту роботу на протязі 8 годин. За цей час перевіряють стан всіх вузлів машини.

Розділ 10
Монтаж основного обладнання для оброблення металів і сплавів тиском

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Найбільш поширеним способом обробки металів і сплавів тиском є прокатка. При прокатці злиток чи заготівку пропускають між валками, що обертаються. При цьому зазор між валками має бути на певний розмір менше товщини заготівки. Заготівка чи злиток деформуються внаслідок тиску з боку валків, а рухаються внаслідок тертя, що виникає при контакті з обертальними валками.

Прокаткою металу на прокатних станах завершується повний металургійний цикл заводу.

Прокатні стани поділяють за призначенням, взаємним розташуванням і числом валків у робочій кліті, а також розташуванням і кількістю робочих клітей у різних станів.

За призначенням прокатні стани поділяють на шість основних груп: 1 — обтискні і заготівельні (блюмінги, слябінги, сортові заготівельні, грубозаготівельні); 2 — сортові (рейко-балкові, крупно-, середньо-, і мілко- сортові, штабові, дротові); 3 — листові (товстолистові, листові, широкоштабові, тонколистові); 4 — трубопрокатні; 5 — холоднопрокатані (листові, стрічко-прокатні, фольгопрокатні, плющильні); 6 — для особливих видів прокату (колесо-, кільце- і бандажопрокатні, кулепрокатні, для профілів змінного перерізу, для зубчастих коліс).

За взаємним розташуванням валків у робочій кліті розпізнають кліті наступних видів: 1 — з горизонтальними валками; 2 — з вертикальними валками; 3 — з горизонтальними і вертикальними валками); 4 — з косорозташованими валками.

За кількістю (числом) валків кліті поділяють на осім типів: дуо (двовалкові); тріо (тривалкові); подвійне дуо; кварто (чотиривалкові); шестивалкові; багатовалкові; планетарні.

За кількістю і розташуванням робочих клітей поділяють на одноклітьові з розташуванням на одній лінії кліттями (лінійні стани); стани з послідовним розташуванням клітей (тандем), ступінчасті безперервні з груповим приводом; безперервні з індивідуальним приводом; напівбезперервні; послідовно — зворотні стани і шахові.

Розмір обтискних, заготівельних і сортових станів характеризується діаметром робочих валків, а листового — довжиною бочки валків. Довжина бочки приймається на 150 — 300 мм більше максимальної ширини листа чи штаби. При наявності декілька клітей в стані параметром усього стана в цілому є діаметр валків останньої чистової кліті. Основним параметром трубних станів є максимальний діаметр труб на виході прокатного стана.

Обладнання прокатних станів, що безпосередньо поєднане з деформацією металу, розташовується у головних (робочих) лініях і називається основним. До нього відносяться головні електродвигуни, зубчасті передачі (редуктори і шестерневі кліті), шпинделі, муфти, а також обладнання робочих клітей (станини, валки, подушки з підшипниками, пристрої для установлення валків, проводки для направлення металу у валки і інше).

До іншого, що називається допоміжним, технологічного обладнання відносяться машини, пристрої і механізми, що призначені для транспортування металу, повороту і переміщення його при прокатці (поворотні столи, кантувачі, маніпулятори), різання прокату (ножиці, пили), правлення його (правильні машини), для намотування в бухти і рулони (моталки), охолодження на стелажах і в холодильниках, укладення, очищення, промаслювання і пакування готового прокату та виконання деяких інших операцій.

2. ОСОБЛИВОСТІ МОНТАЖУ ОБЛАДНАННЯ

Прокатний стан у більшості випадків являє собою складний комплекс різноманітних машин, відрізняється високим степенем механізації і автоматизації всіх технологічних операцій. На багатьох станах одночасно функціонує декілька потоків, що пов'язані передатними механізмами-шлепперами, штовхачами, конвеєрами та інше. Вага обладнання крупного стана досягає десятків тисяч тонн. Більшість обладнання прокатного стана доставляють на будівельний майданчик у вигляді окремих деталей і вузлів, причому багато машин піддають початковому складанню, обкочуванню і налагодженню тільки на монтажному майданчику при спорудженні стана. Тому монтаж прокатного обладнання являє собою складну задачу, виконання якої вимагає дуже ретельного складання і точного установлення машин на фундаментах, що має забезпечити компонування великої

кількості машин, які пов'язані між собою технологічним процесом прокатки.

Не менш важлива особливість монтажу прокатного обладнання полягає в наступному. У склад прокатних станів входить велика кількість однотипних машин. Ці обставини дозволяють організувати монтаж потоковим методом. В зв'язку з цим кожній бригаді доручається виготовлення тільки однієї операції і цю операцію вона виконує при монтажі всіх однотипних машин. Таким же чином до монтажних робіт залучаються інші бригади. Наприклад, при монтажі рольганга працюють п'ять бригад. Перша бригада установлює болти станин, друга за цим установлює станини в проектне положення і здає їх на підливання бетонною сумішшю, третя ревізує всі підшипники, четверта складає ролики і трансмісії з виконанням одночасно всіх припасувальних робіт і п'ята бригада випробує змонтовані рольганги з їх налагодженням і підготовкою до здачі.

Таким же чином монтують і інші об'єкти стана, що забезпечує високу продуктивність монтажних робіт. Цьому сприяє також те, що застосовується попереднє складання машин, а також одночасно виконуються будівельні роботи. Складені попередньо машини установлюють на фундаменти по мірі їх готовності, а також випробовують на складальних стендах з використанням для цього тимчасових джерел електроенергії.

За степенем точності установлення прокатного обладнання поділяють на три групи [18].

До першої групи відносять обладнання технологічного потоку, яке впливає на якість кінцевої продукції (плитовини, станини робочих та шестерневих клітей, підвалини гідропідйомників, маніпулятори і кантувачі, хитні столи, робочі рольганги і конвеєри).

До другої групи відносять машини технологічного потоку, які не впливають на точність кінцевої продукції (транспортні рольганги з циліндричними роликами, штовхачі і виштовхувачі, механізовані упори, опорні рами печей, стояки і рами механізованих стелажів, конвеєри гарячих рулонів, шпиндельні пристрої).

До третьої групи відносять обладнання, що не перебуває у потоці і не має механічних приводів (наприклад, амортизатори, упори злитковозів, стаціонарні упори, кармани, стояки і рами немеханізованих стелажів), а також обладнання з приводом, але у вигляді окремо розташованих верстатів і машин, що кінематично не поєднані з іншими машинами.

Кожна група має свої допуски на установлення, які наведено нижче у вигляді відхилень, що вимірюються в мм:

Відхилення висотної відмітки при установленні	I	II	II
по реперу	0,5	1,0	1,5
відносно суміжної змонтованої машини	0,25	0,5	1,0
Паралельне зміщення відносно основних осей	1,0	2,0	5,0
Відхилення базової поверхні машини від горизонтальності (вертикальності) при довжині бази до 5 м, на 1 м	0,1	0,1	2,0
Відстань до основної (базової) машини	1,0	1,0	2,0
Перекіс:			
відносно основних осей, на 1 м	0,1	0,2	0,5
на всю довжину машини	0,5	1,0	2,0

3. МОНТАЖ ПРОКАТНИХ СТАНІВ

Зважаючи на велику різноманітність продукції і конструкцій станів, розглянути тут монтаж навіть невеликої частини станів є неможливим. До того ж у цьому немає потреби, оскільки основні машини прокатного виробництва зустрічаються у всіх станах. Тому достатньо ознайомитись з монтажем елементів станів одного і того ж призначення (клітей, підшипників, натискних і зрівноважувальних пристроїв, шпинделів, головних приводів і таке інше), щоб уявити загалом технологію монтажних робіт у прокатному виробництві.

Перед розглядом подальшого матеріалу доцільно ознайомитись з будовою типового обтискного стана, схема якого показана на рис. 10.1, оскільки він містить складові, що входять до багатьох інших типів станів.

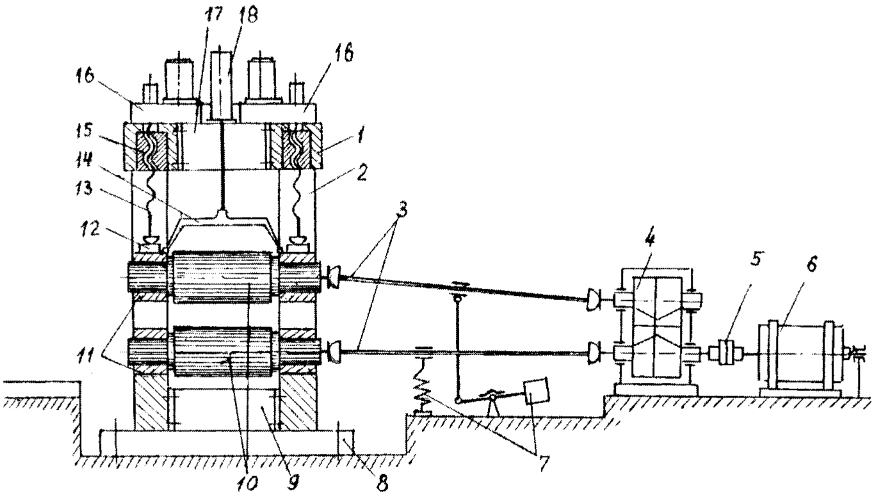
Кліть стана 1 складається із двох станин 2, які поєднані між собою верхньою 17 і нижньою 9 траверсами, плитовин 8, двох валків 10 з подушками 11, в які вмонтовані підшипники, натискного пристрою з гвинтовою передачею і електромеханічним приводом 16, пристрою для зрівноваження верхнього валка 18.

У вікнах станини закріплені напрямні планки, по яким переміщується подушка верхнього валка. Для сприйняття осьових зусиль від подушок верхнього валка із зовнішньої сторони кожного стояка станини прикріплені масивні планки. Осьові зусилля від подушок нижнього валка сприймають інші бокові планки. У корпусі подушок

перебувають касети з текстолітовою укладкою. На нових станах установлюються роликові підшипники.

Верхній валок з подушками зрівноважується важільно — тяговим чи гідравлічним пристроєм. Натискні гвинти приводяться від двох фланцевих вертикальних електродвигунів постійного струму. Максимальна швидкість установлення верхнього валка до 250 мм/с.

Валки приводяться в дію від електродвигуна постійного струму через шестерневу кліть із шевронною зубчастою передачею та шпинделі. Оскільки шпинделі мають великі розміри і масу, то їх необхідно зрівноважувати. Для цього використовуються різноманітні конструкції пристроїв (пружинні, тягареві, гідравлічні).



1 — кліть; 2 — станина; 3 — шпинделі; 4 — шестирнева кліть; 5 — муфта; 6 — електродвигун;7, 8 — зрівноважувальні пристрої шпинделів; 9 — плитовина; 9 — нижня траверса (поперечина); 10 — валки; 11 — подушки валків; 12 — підп'ятник; 13, 15 — гвинти і гайки натискного пристрою; 14, 18 — пристрій зрівноваження верхнього валка; 16 — привод натискного пристрою; 17 — верхня траверса

Рисунок 10.1

Схема обтискного стана типу «Блюмінг»

МОНТАЖ КЛІТЕЙ

Робоча кліть є центральною частиною прокатного стана. Їх станини установлюють на плитовини, які виконують роль базових

елементів. Плитовини спираються безпосередньо на фундамент чи рідше (в обтискних станів) — на поперечні опорні балки, що розташовуються перпендикулярно до осі валків (або паралельно осі прокатки).

Черговість монтажу кліті загалом наступна [26]: установлення плитовин, двох станин, з'єднаних між собою траверсами (поперечинами), вивірення станин, підливання плитовин, витримка 2–3 доби, монтаж натискних і зрівноважувальних пристроїв, механізмів для перевалки валків, проводок, систем охолодження, змащення, гідравліки, вентиляції.

Фундаментні болти кріплення плитовин і болти з'єднання станин з плитовинами розраховуються. Зокрема практикою установлено їх розмір за формулою:

$$d = (0{,}09 \ldots 0{,}15)D_{роб} + 10\ мм,$$

де $D_{роб}$ — діаметр робочих валків, мм.

Базові поверхні плитовин робочих клітей, що обладнані пристроями для зміни валків, виконують прямокутними (рис.10.2). Плитовини згідно з рисунком установлюються безпосередньо на фундаментні за допомогою пакетів прокладок 5. При використанні опорних балок плитовини установлюються на них. Плитовини взагалі скріплюють між собою траверси чи стяжними болтами з розпірними трубами, а у великих станів (наприклад, блюмінгів і слябінгів) — спеціальними балками і клинами.

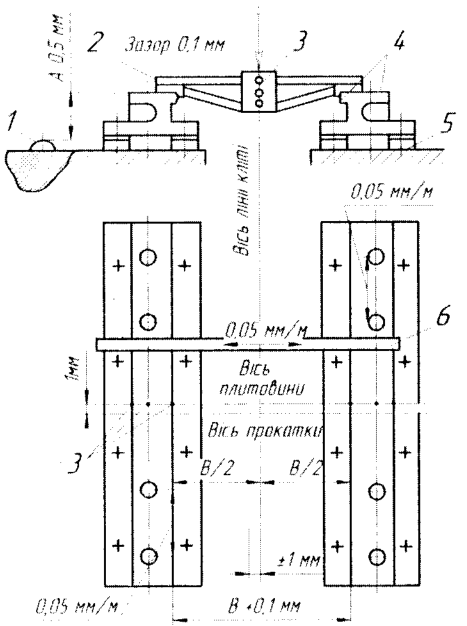
Перед установленням плитовин ретельно перевіряють правильність підготовленого фундаменту, установлення фундаментних болтів, різьблення на болтах, а також визначають необхідну кількість реперів 1.

Після перевірення фундаменту визначають місця підкладок і установлюють з обох сторін фундаментних болтів.

У випадках, коли плитовини спираються на поперечні балки, спочатку установлюють балки, а вже потім плитовини на проектну відмітку, яка вказується на кресленні.

Для перевірення положення плитовин застосовуються різні методи. Зокрема вивірення в плані здійснюється відносно осей прокатки і робочої кліті за допомогою шаблонів. Проте більш точним є оптико-геодезичний метод. Крім того цей метод менш трудомісткий. Ще більш високі результати дає застосування лазерів. В цьому випадку вісь прокатки і вісь кліті задають лазерним променем чи ла-

зерною площиною. Необхідне положення базової горизонтальної поверхні плитовин у просторі також задають лазерною площиною. Паралельне зміщення обох плитовин від осей прокатки і робочої кліті допускається в один бік не більш 1 мм. Перекіс плитовин взагалі не допускається. Сумарний боковий зазор між площинами плитовин і відповідними установними поверхнями станин при їх наступній установці не повинен перевищувати 0,1 мм. Відхилення висотної відмітки після затягування фундаментних болтів має бути не більше 0,5 мм.



1 — репер; 2 — шаблон; 3 — настановна відмітка по трьом кернениям; 4 — горизонтальна відмітка і вертикальна базові поверхні прямокутних плитовин; 5 — пакети прокладок; 6 — перевірна лінійка; а — висотний розмір; в — плановий розмір

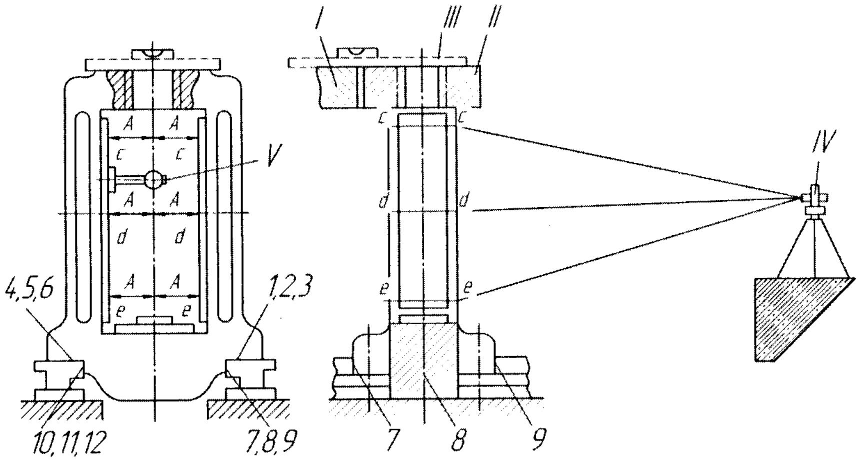
Рисунок 10.2

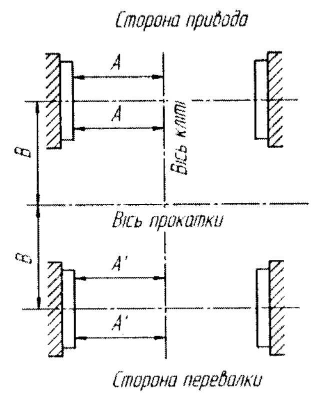
Схема установлення плитовин

Підливання плитовин виконують лише після складання станин з траверсами (поперечинами) і затягнення болтів, але до складання натискного і зрівноважувального пристроїв.

Монтаж станин здійснюють одним чи (при недостатній вантажопідйомності) двома мостовими кранами з використанням балансирної траверси.

Перед монтажем станин оглядають оброблені поверхні, перевіряють посадкові місця і визначають положення станин у кліті з урахуванням того, що в станинах замкненого типу вікна з боку перевалки на 10 мм ширше, ніж з боку привода (розміри A'_c, A_c) (рис.10.3).





I — плитовина; II — станина; III — перевірна лінійка і рівень; IV — теодоліт; V — переносна візирна марка; 1 — 12 — точки перевірення прилягання до плитовин щупом; c, c', d, d', e, e' — точки вимірів; A, A', B — контролюємі розміри

Рисунок 10.3

Схема вивірення станини оптико-геодезичним методом

Станини вивіряють оптико-геодезичним методом на вертикальність, на паралельне зміщення їх осей від осі прокатки (розмір B) і на зміщення осей вікон станин відносно осі кліті (розмір a в точках c, d і e). Паралельне зміщення осей станин від осі прокатки не повинне перевищувати 1 мм (в один бік), відхилення напрямних у вікнах станин від вертикалі не повинне перевищувати 0,1 мм/м довжини. При цьому зміщення осі вікна з боку перевалки відносно осі вікна з боку привода має бути не більш 0,2 мм на 1м відстані між ними. Станини по відношенню до осі кліті повинні мати рівне і однобічне зміщення у межах 1 мм. Щільність прилягання спряжених поверхонь з плитовинами перевіряють щупом. При цьому місцеві зазори не повинні перевищувати 0,15 мм на довжину 200 мм. Після цього остаточно закріплюють з'єднувальні і фундаментні болти. При

наявності вказівок у технічних умовах затягування здійснюється з підігрівом. Для цього болти, що скріпляють станини і траверси, змінюють не всі відразу, а через один, нагрівають їх у маслі до 200^{0}C, швидко ставлять на місце і загвинчують гайки до відказу. Потім таким же чином нагрівають і поступово установлюють інші болти.

Таким чином, закінчення монтажу станин дозволяє розпочати монтаж інших елементів кліті: натискних і зрівноважувальних пристроїв, напрямних для подушок і інше.

Натискний пристрій призначається для установлення робочих валків. В різних станах валки установлюють по-різному. Наприклад, на блюмінгах, слябінгах і товстолистових станах після кожного проходу прокату через валки верхній валок опускається на величину, що дорівнює величині обтискання наступного пропуску металу. На сортових станах положення валків при прокатці не змінюється, тому натискний пристрій слугує лише для налагодження.

На рис. 10.4, а [22] показано двоє типів (I і II) натискних механізмів, а на рис. 10.4, б — загальний вигляд натискного механізму типу II для блюмінга 1150 конструкції УЗТМ. Литий сталевий корпус 1 закріплений на станинах робочої кліті і зцентрований з ними за допомогою двох установних кілець 2. У корпусі розташована горизонтальна косозуба циліндрична передача, яка складається із семи зубчастих коліс і приводиться двома вертикальними фланцевими електродвигунами 3, що змонтовані на верхній частині корпусу 1. Шестерні 4 насаджені безпосередньо на кінці валів електродвигунів і зчіплюються з паразитними колесами 5, які в свою чергу передають обертання зубчастим вінцям 7, що посаджені на високі маточин 8 з квадратними отворами. При обертанні коліс 7 і маточини 8 здійснюється обертання гвинтів у натискних гайках 9 і лінійне переміщення натискних гвинтів 10.

З'єднувальна шестерня 6 вільно посаджена на вісь, яка одночасно є плунжером 11 двох гідравлічних циліндрів 12, вмонтованих у корпус натискного пристрою і призначені для виведення шестерней 5 із зачеплення при необхідності окремої роботи гвинтів (зазвичай при налагоджуванні).

Для запобігання самовідгвинчуванню на кінцях гвинтів виготовлено сферичні п'яти 14. Для зручності складання і розбирання п'яту роблять об'ємною і закріплюють на натискному гвинті торцовою шпонкою 13 і крізним штифтом 15.

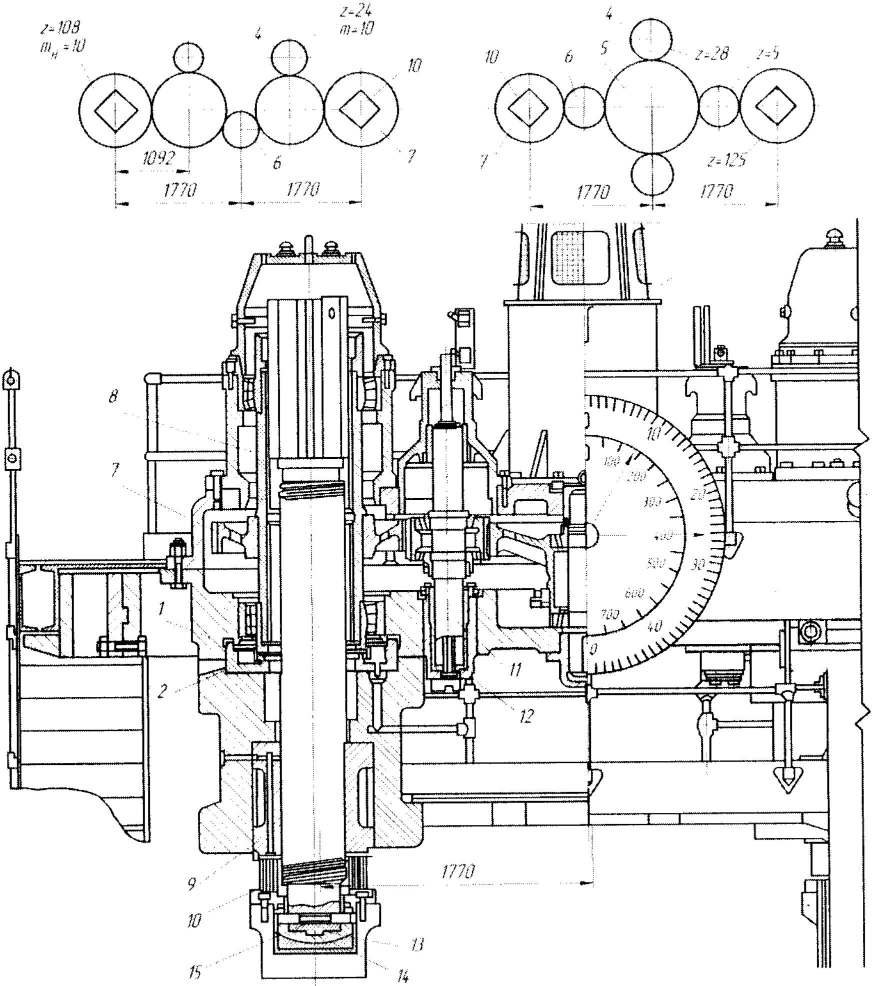


Рисунок 10.4
Натискний пристрій блюмінга 1150 конструкції УЗТМ

Показник обтискань приєднаний до натискного пристрою через проміжну конічну передачу 16.

Привод складається з двох електродвигунів вертикального типу потужністю 180–270 кВт при швидкості обертання 500…750 / 1000 об/хв.

При монтажі натискного пристрою з циліндричними шестернями весь механізм готують до обтискання ще до установлення на

кліть. Оскільки весь механізм замкнений у загальний литий корпус і двигуни установлені на верхній частині корпусу, центрування тут непотрібне. Завдяки цьому весь вузол монтують після ревізії і холостого обкочування.

До установлення пристрою на місці перевіряють чистоту натискних гайок, змащують гайки робочим мастилом, перевіряють установні місця на станинах, усувають пошкодження на посадкових кільцевих місцях і перевіряють відстані між ними.

Зовнішні гвинти установлюють до і після монтажу всього механізму, проте вкрай важливо щоб вони розташовувались точно по вертикалі. Вертикальність гвинтів перевіряють за допомогою висків чи оптико-геодезичних приладів. Допустимі відхилення складають не більше 0,1 мм на 1 м [32].

Після установлення натискного пристрою ущільнюють роз'єми між корпусом і станиною розчином шеллака, бакелітовим лаком чи пастою герметик (в останній час розроблено високоефективні матеріали на основі полімерів), установлюють кришки редукторів, затягують болти і приєднують трубопроводи змащення і гідравліки.

Оскільки конструкції переважної більшості натискних пристроїв тільки натискають на подушки при переміщені валків вниз і не можуть піднімати їх вгору, то цю функцію виконують зрівноважуючі пристрої, які через дві тяги, що з'єднані з подушками, піднімають подушки з верхнім валком слідом за натискними гвинтами.

Для зрівноваження застосовуються тягареві, пружинні і гідравлічні пристрої. Перевага надається гідравлічним пристроям. В цих пристроях плунжерний гідроциліндр розташовується зверху робочої кліті і змонтований на верхній траверсі (поперечині), яка з'єднує станини. На верхній частині плунжера закріплена траверса, до кінців якої підвішені тяги. з кінцями тяг шарнірно з'єднані балки, кінцеві частини яких входять у вікна станин і сприймають вагу подушок з валками, а в подушках нагорі зроблені Г-подібні виступи для спирання на кінці поперечних балок.

Перед монтажем всі гідроциліндри разом з плунжерами піддають ревізії. При виявлені дефектів в ущільненнях їх необхідно замінювати на справні.

Циліндри разом з плунжером після ревізії випробовують на непроникливість згідно з технічними умовами. При установлені циліндрів на місце суміщують отвори для підводу робочої рідини.

Після монтажу перевіряють положення Г-подібних виступів у подушках верхнього валка і поперечних балок, які при нижньому положенні плунжера мають вільно проходити у виступи подушок.

Валки з подушками складають на дільниці підготовки виробництва прокатного цеху, яка обладнана необхідними пристроями і вантажопідйомними та транспортними засобами.

При цьому найбільш відповідальною операцією є установлення підшипників у подушки. Особливістю роботи цих підшипників є високе питоме навантаження (в декілька разів воно вище, ніж у підшипниках загального призначення), яке обумовлене порівняно малими габаритами шийки валка і великими зусиллями прокатки. Тому до вибору матеріалів для підшипників прокатних валків і їх конструкції ставлять особливі вимоги. На сьогодні для прокатних валків застосовують підшипники трьох типів: підшипники ковзання з неметалевими укладками, підшипники рідинного тертя (ПЖТ) і підшипники кочення.

За конструктивними виконанням підшипники ковзання бувають відкриті і закриті (ПЖТ). Вибір підшипників того чи іншого виду залежить від конструкції кліті, зусиль прокатки, необхідної точності розмірів прокату і інших факторів.

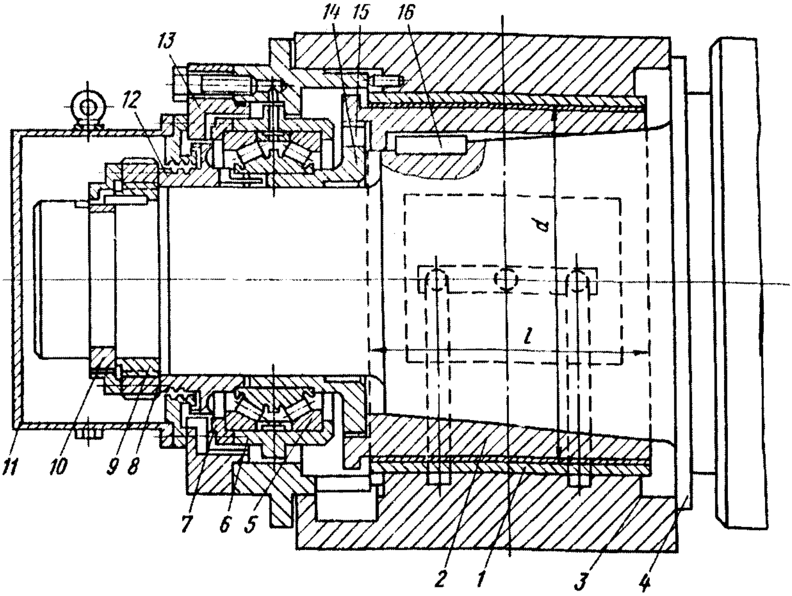
Робочою частиною підшипників ковзання відкритого типу є укладки, вибір матеріалів для яких залежить від навантаження на підшипник і конструктивних особливостей кліті. Зокрема використовується текстоліт, лігнофоль чи лігностон. Підшипники виконують у вигляді набірних укладок чи цільноштампованими. Підшипники з неметалевими укладками охолоджують водою, коефіцієнт тертя текстолітових підшипників дорівнює 0,04–0,06.

Особливістю підшипників рідинного тертя (ПЖТ) є те, що незалежно від умови роботи (при невеликих питомих тисках і навіть невеликих швидкостях ковзання шийки в підшипнику) між тілом шийки і матеріалом підшипника завжди зберігається (не видавлюється) маслена плівка, внаслідок чого шийка ніби плаває у підшипнику. Стан рідинного тертя забезпечується завдяки ретельній (дзеркальній) обробці деталей тертя і герметичній конструкції підшипника.

Монтаж підшипників рідинного тертя (рис. 10.5) розпочинають з ретельного контролю опор з перевіренням дзеркальності робочих поверхонь втулки — цапфи і баббитової заливки втулки —

укладки, відсутність бруду в отворах і пазах і дефектів на упорних кільцях і ущільненнях. Перевіряють відповідність посадкових місць і установних розмірів проектним.

Складання підшипників і установлення їх на шийку валка виконують на спеціальних стендах і кантувальних пристроях. Валок установлюється на стенді в горизонтальному положенні. Послідовність монтажу опор з підшипниками рідкого тертя така [24].



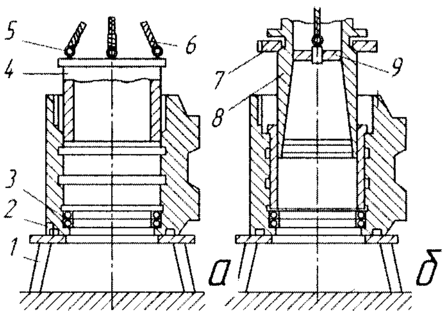
1 — втулка-укладка; 2 — втулка — цапфа; 3 — кільце-насадка; 4 — вузол задньої кришки з торцевим і радіальними ущільненням; 5 — опорний вузол з роликовим конічним підшипником; 6 — стакан; 7 — фіксуюча кришка; 8 — фіксуюча гайка; 9 — кільце; 10 — роз'ємне напівкільце; 11 — кришка — кожух; 12 — передня насадка; 13 — вузол передньої кришки; 14 — втулка; 15, 16 — шпонки

Рисунок 10.5
Підшипник рідинного тертя

При складанні передньої кришки спочатку установлюють роликовий конічний підшипник упорного вузла в стакан, а потім стакан з підшипниками — у розточку передньої кришки. На стіл 1 чи монтувальний пристрій установлюють подушку 2 у вертикальному положенні (рис.10.6).

Монтують ущільнення 3 із заправленою в нього пружиною. У корпус подушки установлюють втулку-укладку 4 за допомогою стропів 6, що закріплені на рим — болтах 5. Втулку піднімають з витриманям вертикальності для посадження у подушку без заїдання.

Потім спеціальною конусною шайбою 9 піднімають втулку — цапфу 8, установлюють на неї упорні напівкільця 7 і скріпляють їх гвинтами. Заводять втулку-цапфу у втулку-укладку дуже бережно, щоб не пошкодити баббітову поверхню. При зіткненні торця втулки — цапфи з ущільненням 3 на неї заправляють пружину ущільнення. На установлену втулку — цапфу надівають вузол передньої кришки у складеному стані, затягують болти і регулюють за допомогою прокладок зазори між торцем упорного бурта втулки — укладки і упорним кільцем та між упорним буртом і передньою кришкою.



а — монтаж укладки втулки; б — установлення цапфи втулки

Рисунок 10.6

Схема складання підшипника рідкого тертя

Краном кантують подушку в горизонтальне (робоче) положення і установлюють на гвинтах у паз із задньої сторони кільце ущільнювального пристрою і пружини з текстолітовим кільцем. Одночасно на шийку валка надівають гумовий джгут ущільнення, а у виточку валка установлюють напівкільця з різьбою і шпонку.

На шийку валка краном обережно надівають подушку з підшипником і сполучають шпонку на шийці з канавкою у цапфи — втулки. У виточку валка з передньої сторони подушки кладуть напівкільця, на них нагвинчують до відказу гайку і закріплюють стопорними гвинтами.

Провіряють правильність складання і проводять гідравлічні випробування на герметичність при тиску масла 0,2–0,25 МПа.

Підшипники кочення широко застосовують на листових чотиривалкових станах гарячої і холодної прокатки, а також на тонколистових двовалкових, заготівельних і сортових станах. Для валків цих

станів застосовують виключно роликові підшипники з конічними роликами (дво- і чотирирядні), оскільки вони добре самоустановлюються і здатні сприймати великі осьові навантаження.

Роликові підшипники для прокатних станів виготовляють на підшипникових підприємствах по спеціальним замовленням, оскільки вони повинні відповідати спеціальним вимогам (витримувати великі навантаження при прокатці і мати габарити, які мають узгоджуватись з розмірами прокатних валків для можливості їх установлення у подушки).

Наприклад, для крупних чотиривалкових станів холодної прокатки один підшипник має витримувати зусилля до 15–20 МН. Зовнішній діаметр такого підшипника складає більше 1 м і маса понад 3 т.

На рис.10.7 показано підшипниковий вузол опорного валка чотиривалкового стана 2800 на роликових конічних підшипниках. Підшипник закріплено у подушці 6 зовнішнім упорним 5 і внутрішнім розпірним кільцем 4. Розпірне кільце притискається до внутрішнього кільця роликопідшипника іншим кільцем 3, яке нагвинчується на півкільця 2, що закріплені у росточці на кінці валка 1.

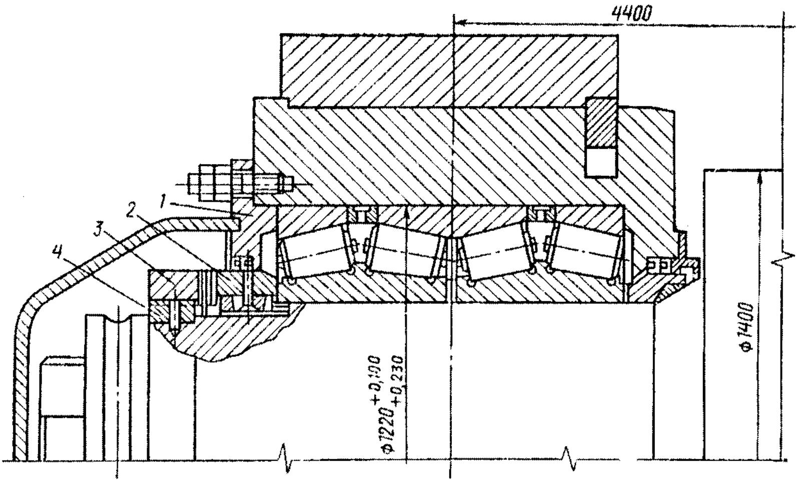


Рисунок 10.7
Установлення опорного валка стана 2800

Складання підшипників на циліндричній шийці валка здійснюється без особливих ускладнень, оскільки внутрішнє кільце підшипника установлюється на шийку із зазором.

Підшипник спочатку установлюють у подушку, яка розташовується вертикально на стенді .В неї опускають зовнішнє кільце разом з дистанційним , що являє собою перший вузол і щупом перевіряють щільність прилягання зовнішнього кільця до упорного заплечика подушки і дистанційного кільця. На дистанційне кільце спеціальним пристроєм [24] установлюють внутрішнє кільце підшипника разом з роликами, сепаратором, зовнішнім і наступним дистанційним кільцем, що являє собою другий вузол.

За допомогою тих же пристроїв і пристосувань у подушку опускають третій вузол, тобто, друге внутрішнє кільце підшипника у складі сепаратора, роликів і зовнішнього кільця підшипника. Після цього кладуть стопорне кільце і вузол передньої кришки. Затягують болти і подушку кантують у горизонтальне положення. Далі за допомогою крана подушку монтують на шийку валка.

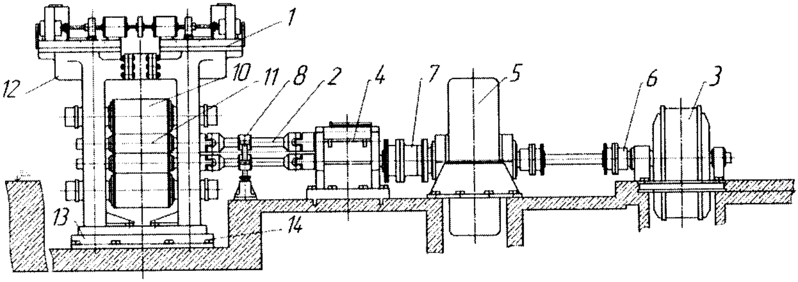
МОНТАЖ ОБЛАДНАННЯ ПРИВОДНОЇ ЧАСТИНИ ГОЛОВНОЇ ЛІНІЇ

До головної приводної лінії відносяться електродвигуни, шестерневі кліті (в окремих випадках ще і редуктор) і шпинделі з пристроями їх зрівноваження, муфти.

Шестерневі кліті призначаються для розподілення крутного момента від електродвигуна між двома шпинделями. Ці кліті передбачені у всіх прокатних станах за винятком стана з індивідуальним приводом валків, коли кожний валок має свій привод (великі блюмінги, слябінги і в деяких випадках товстолистові чотиривалкові стани). Шестерні цих клітей часто називають шестерневими валками.

Шестерневі кліті виготовляють з відкритою станиною (із з'ємними кришками). Вони складаються із наступних елементів: станини, кришки, шестерней (шестерневих валків) і подушок з підшипниками. Станини і кришки відливають із чавуна високої міцності чи із модифікованого чавуну, а шестерні із кованої легованої сталі марки 40ХН. До підшипників і зубчастого зачеплення неперервно подається рідке мастило (як правило, брайсток) від центральної циркуляційної системи.

На прокатних станах, де у головного двигуна число обертів більше, ніж число обертів робочих валків, установлюють додатковий редуктор (рис.10.8). зустрічаються і випадки, коли застосовуються комбіновані редуктори, у яких корпус загальний з шестерневою кліттю. Такий редуктор називають редуктором — шестерневою кліттю.

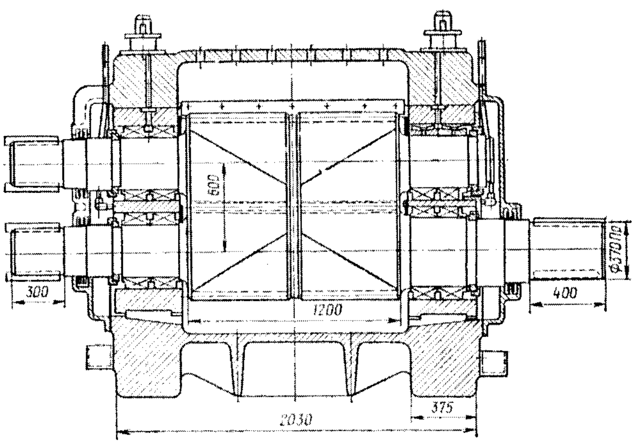


1 — робоча кліть; 2 — опорні валки; 3 — робочі валки; 4 — пристрій для зрівноваження шпинделів; 5 — шпинделі; 6 — шестернева кліть; 7 — корінна муфта; 8 — редуктор; 9 — моторна муфта; 10 — електродвигун; 11 — фундаментні болти; 12 — плитовина; 13 — станини

Рисунок 10.8

Схема головної лінії стана із шестерневою кліттю і редуктором

На рис. 10.9 показана шестернева кліть для привода робочих валків чотиривалкової кліті стана 2500 холодної прокатки. Міжосьова відстань a=500 мм, довжина бочок шестерней 1200 мм, кут нахилу зубців β=30° (шевронна передача), кількість зубців Z=21, модуль m=24 мм, зубці кориговані. Максимальний крутний момент на приводному валу 400 кНм.



1 — кришка; 2 — подушка з підшипниками; 3 — верхній вал-шестерня; 4 — приводний вал-шестерня; 5 — корпус

Рисунок 10.9

Шестернева кліть чотиривалкової кліті стана 2500

Шестерневу кліть монтують одночасно з робочою кліттю стана. Існують двоє способів монтажу шестерневих клітей [32].

Перший з них полягає в тому, що кліть повністю складають на стенді збоку від фундаменту і потім установлюють у проектне положення у складеному вигляді. При складанні перевіряють положення станини і прилягання шийок валків кліті до підшипників ковзання, а при застосуванні підшипників кочення — зазори на роликових підшипниках. Що ж стосується контролю установлення, то вивірення здійснюють по висоті, в плані і на горизонтальність відносно відміток і осей робочої кліті центруванням напівмуфт [24].

При другому способі монтажу елементи шестерневої кліті монтують окремими вузлами на фундаменті. Складання кліті розпочинають з установлення станини на фундамент з попередньою перевіркою штихмасом у чотирьох точках розмірів її вікон з обох торців і подушок.

Станини вивіряють по поздовжній (осі робочої кліті), поперечним осям і по висоті. При цьому користуються осями, що зафіксовані струнами і висотними відмітками, які винесені від реперів.

Положення станини відносно осі робочої кліті перевіряють по центрам валків-шестерней, для чого використовується традиційна техніка (струни, виски та інше) чи оптико-геодезична і лазерна техніка (залежить від можливостей виконавця монтажних робіт). У цьому випадку визначається наявність співпадіння положення валків у вертикальній площині.

По поперечній осі перевірку здійснюють шляхом суміщення виска з центровими керновими відмітками, що нанесені при виготовленні станини.

Положення по висоті перевіряють за напрямами поздовжньої і поперечної осей. При цьому за базу приймають площину роз'єму корпусу, нижню площину вікна станини чи шийки валків-шестерней.

При установленні кліті допускаються наступні відхилення, мм:

Неспівпадіння осей робочих і шестерневих валків......... ±0,5

Відстань осі шестерневої кліті від осі прокатки............. ±1,0

Висотної відмітки площини роз'єму кліті від проектної висотної відмітки.. ± 0,5

Після закінчення операцій з укладання валків — шестерней у станину установлюють нижні укладки, за цим кладуть нижній вал — шестерню, перевіряють по зазорам підшипників співосність розточок у подушках. Потім монтують середні подушки.

По закінченню установлення валків перевіряють зубці на краску і боковий зазор зачеплення за допомогою свинцевого дроту. Визначені зазори повинні відповідати вказівкам на кресленнях чи у технічних умовах на складання зубчастих передач.

При установленні верхнього валка — шестерні звертають увагу на те, щоб співпали зубці одного валка з нанесеною заводською маркировкою і впадинами іншого, які контактували під час заводського складання.

Далі закривають кришку кліті, яка приєднується до станини стяжними шпильками, які затягують після нагріву їх до 180–200^{0}С. У площині роз'єму станини розташовують прокладку.

Після закінчення монтажу і перевірки якості затягнення фундаментних болтів кліть підлягає підливанню бетоновим розчином.

Перед наступним монтажем шпиндельного пристрою лопаті валків — шестерней і робочих валків повинні займати вертикальне положення. До того ж робочі валки за допомогою механізму для перевалки чи краном відсувають із кліті на величину довжини паза у лопатях валків (лопаті валків — шестерней залишаються на місці).

Шпинделі призначаються для передавання валкам робочої кліті обертальних і крутних моментів від шестерневої кліті чи безпосередньо від головних електродвигунів. На прокатних станах застосовуються шпинделі двох основних типів: універсальні шарнірні і зубчасті.

В основу конструкції універсальних шпінделей покладено принцип шарніра Гука. Такі шпинделі можуть передавати обертання і крутний момент під кутом нахилу до 8–10^0.

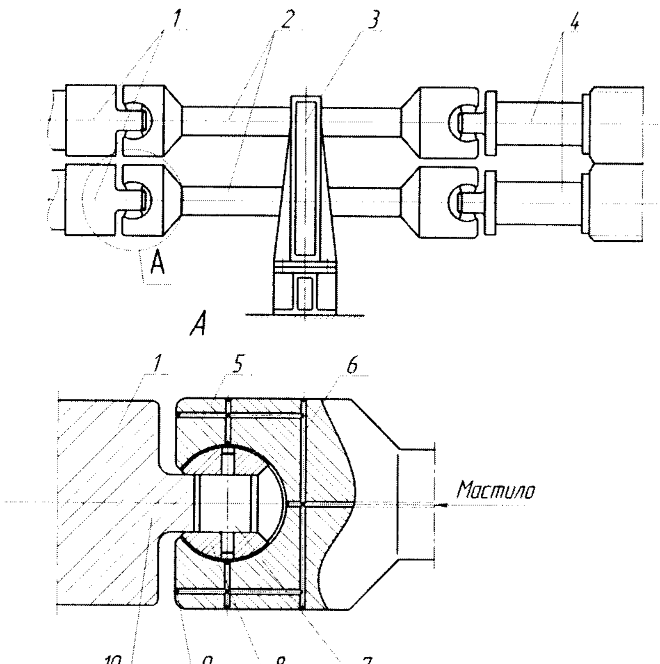
Завдяки шарнірній конструкції універсальні шпинделі працюють плавно. Разом з тим вони дозволяють передавати великі крутні моменти, тому їх використовують для привода валків листових і сортових станів (при куті нахилу біля 1–2° і моментні 50–200 кНм), обтискних, товстолистових і заготівельних станів (при куті нахилу 3–10° і моменті 500–3000 кНм).

Оскільки шпинделі передають великі крутні моменти, то шарніри їх мають бути дуже міцними. Зовнішній діаметр шарніра шпинделя з боку привода обмежується міжосьовою відстанню шестерневих клітей (чи валів електродвигунів), а з боку робочої кліті — діаметром валків (коли верхній валок лежить на нижньому). Оскільки в процесі роботи стана валки зношуються і діаметр їх зменшується при

переточуванні, то з боку робочої кліті діаметр шарніра шпінделя має бути декілька менше діаметра переточеного валка. Тому діаметр шарніра шпинделя збоку робочої кліті завжди менше, ніж збоку привода.

Найбільшого поширення у прокатному виробництві отримали універсальні шпинделі із шарніром тертя ковзання, що характеризується високою міцністю шарнірних елементів при високій компактності.

Шпиндельні пристрої великих розмірів (довжина досягає 12 м) мають велику масу (10–15 т і більше). Тому при діаметрі валків більше 500 мм універсальні і деякі інші типи шпинделів мають зрівноважитись, щоб їх маса не передавалась на шарніри. Для зрівноваження застосовуються вагові, пружинні і гідравлічні пристрої.



1 — робочі валки; 2 — шпинделі; 3 — пристрій зрівноваження шпинделів; 4 — валки-шестерні; 5 — голівка шпинделя; 6 — канали для мастила; 7 — сухар; 8 — укладка; 9 — пробки; 10 — лопать валка

Рисунок 10.10

Схема шпиндельного пристрою з пружинним зрівноваженням

Монтаж шпиндельного пристрою розпочинають тільки після остаточного складання шестерневої кліті і установлення валків у робочу кліть. Перед установленням шпинделів на місце виміряють відстань між укладкою і головкою шпинделя (рис. 10.10), а також перевіряється на фарбу прилягання укладок підшипників зрівноважувального пристрою по шийкам шпинделів і у випадку необхідності прошабровують.

На рис. 10.10 показано шпиндельний пристрій з пружинним зрівноваженням.

До підливання бетонованим розчином на проектну відмітку установлюють підпору зрівноважувального пристрою і вже потім монтують нижній шпиндель. При цьому використовують електромостові крани. Строплення шпинделя має забезпечити його горизонтальне положення під час підйому і вертикальне положення укладок.

Після установлення нижнього шпінделя подібним чином монтують верхній шпиндель і суміщують їх головки з лопатями робочих валків. Далі за допомогою механізму перевалки подають робочі валки в бік шестерневої кліті, а лопаті заводять у шпиндельні голівки.

На останок остаточно вивіряють пристрій для зрівноваження шпинделів. Якщо він установлений з необхідною точністю (вивіряють по шийкам шпинделів), то підливають його підпору бетонованим розчином.

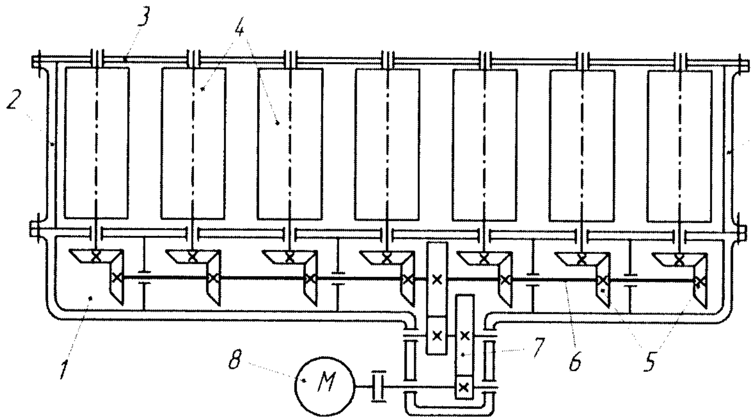
РОЛЬГАНГИ

Рольганги призначаються для транспортування металу до прокатного стана, подання металу у валки, приймання його із валків і транспортування до ножиць, пил, правильним і іншим машинам.

За призначенням рольганги поділяють на робочі і транспортні. Робочими вважаються рольганги, які розташовані безпосередньо біля робочої кліті стана і слугують для подання металу у валки і приймання його із валків. Транспортними вважаються всі інші рольганги, які установлені перед робочою кліттю і за нею і зв'язують між собою окремі допоміжні машини і пристрої.

Виконують рольганги із груповими і індивідуальними приводами, а також з холостими роликами. При груповому приводі всі ролики однієї секції рольганга (4–12 роликів) приводяться від одного електродвигуна через конічні шестерні і трансмісійний вал. При індивідуальному приводі кожний ролик оснащається окремим електродвигуном.

На рис. 10.11 показано рольганг з груповим приводом. Опори роликів 4 з одного боку розташовані разом на загальній литій рамі 1 з приводною частиною, а другого на рамі 3, яка з'єднана з першою рамою за допомогою литих траверс 2.



1,3 — рами; 2 — траверса; 4 — ролики; 5 — конічні шестерні; 6 — трансмісійний вал; 7 — циліндрична зубчаста передача; 8 — електродвигун з муфтою

Рисунок 10.11

Схема рольганга з груповим приводом

Ролики приводяться від електродвигуна 8 через дві пари циліндричних зубчастих коліс 7 і конічні зубчасті шестерні 5, що посаджені на трансмісійний вал і кінці шийок роликів. з боку приводної частини ролики спираються на конічні роликові підшипники, а з іншої сторони на кулькові підшипники. Змащення зубчастого зачеплення здійснюється від циркуляційної системи рідкого змащення. Підшипники роликів змащуються пластичним мастилом.

Обладнання рольгангів з груповим приводом находить на монтажний майданчик у вигляді окремих невеликих секцій чи у розібраному стані.

Після приймання фундаменту спочатку установлюють рами. Під час транспортування рами можуть бути посаджені і здеформовані у горизонтальній площині. Тому під час вивірення рами рихтують, підбирають товщину регулювальних підкладок, і затягують фундаментні болти. При цьому підкладки розташовують з обох сторін фундаментних болтів.

За установку бази по висоті приймають роз'єм корпусів підшипників, а для вивірення відносно поздовжньої осі стана — вісь трансмісійного вала, відносно поперечної осі стана — розточки першого ролика кожної секції конвеєра.

Висотні відмітки неприводної рами 3 відносно рами з приводною частиною 1 перевіряють як традиційними методами (лінійки, рівні), так і за допомогою оптико — геодезичної і лазерної техніки. Допустимі відхилення тут складають 0,1 мм на 1 м суміщення розточок однієї рами відносно другої контролюють шаблоном, лінійкою і рівнем, хоча і тут більш продуктивним може бути також застосування оптико — геодезичної і лазерної техніки.

По закінченню вивірення знову перевіряють щільність затягнення гайок фундаментних болтів. Потім підливають рами бетоновою сумішшю.

Трансмісійний вал укладають краном у розточки корпусів підшипників і перевіряють легкість обертання вала, який повинен легко обертатись від руки. Далі складають циліндричну зубчасту передачу і укладають ролики.

Технологія контролю багатоопорної трансмісії добре висвітлена в роботі [32]. У цій же роботі описана технологія монтажу рольгангів з індивідуальним приводом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Басов А.И., Ельцев Ф.П: Справочник механика заводов цветной металлургии. — М.: Металлургия, 1981. — 496 с.
2. Левин М.Л. Монтаж техноголического оборудования металлургических заводов. Изд.2-е. — М.: Стройиздат,1972. —173 с.
3. Березовский Ю.Н. и др.. Детали машин. Учебник для машиностроительных техникумов / Ю.Н. Березовский, Д.В. Чернилевский, М.С. Петров; Под. Ред. Н.А. Бородина. — М: Машиностроение, 1983. — 384 с.
4. Галай Э. Н., Каверин В. В., Колядко И. А. Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин. — М.: Машиностроение, 1991, — 320 с.
5. Гандрок М.П. , Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для студ. вищих навч. закладів. — К.: Каравела, 2003, — 408 с.
6. Грищук М.В. Основи охорони праці: Підручник. — Кю: Кондор, 2006. — 240 с.
7. Грузоподъемные машины. Учебник для вузов по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование» / М.П. Александров, Л.Н. Колобов, Н.А. Лобов и др.: — М.: Машиностроение, 1986. — 400 с.
8. Державний реестр міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці. — Київ, Основа, 1995.
9. Единые правила выполнения конструкторской документации в вузе / А.Я. Жук, Н.К. Желябина. — Запорожье: ЗГИА, 2002. — 124 с.
10. Жиркин Ю.В. Эксплуатация и ремонт металлургических машин. Лабораторный практикум: учеб. Пособие / Ю. В. Жиркин ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г.И. Носова. — Магнитогорск : Издательский центр МГТУ им. Г.И. Носова, 2001. — 75 с.
11. Жук А.Я. Желябіна Н.К. Механічне устаткування цехів по виробництву металів та сплавів: Навчальний посібник. / Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 1998, — 216 с.
12. Залкинд А. С. Механизация ремонтов металлургических агрегатов. — М.: Металлургия, 1988. — 238 с.

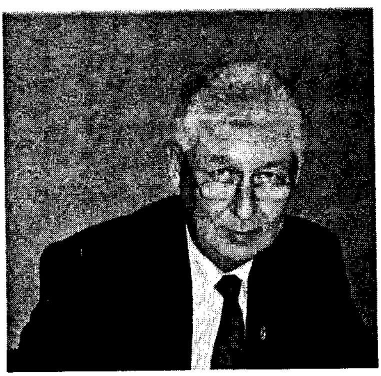
13. Зюзин В.И. Механическое и подъемно-транспортное оборудование доменных цехов. Учебник для металлургических техникумов. — М.: Металлургихдат, 1962. — 419 с.
14. Иванков И.И. Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин: Учебник для вузов. — М.: Машиностроение. 1991. — 400 с.
15. Касаткин Н.Л. Ремонт и монтаж металлургического оборудования. — М.:Металлургия, 1971. — 310 с.
16. Кичихин Н.Н. Такелажные работы. Учебное пособие подготовки работ на производстве. Изд. 2-е. — М.: Высшая школа, 1971. — 232 с
17. Кружков В. А., Чиченев Н. А. Ремонт и монтаж металлургического оборудования. — М.: Металлургия. 1985. — 320 с.
18. Крылов В.А. Монтаж металлургического оборудования. — М.: Машиностроение, 1970. — 400 с.
19. Лысяков А.Г. Краны промышленных предприятий: Справочное пособие. — М.: Машиностроение, 1985. — 176 с.
20. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х. Т. — Т.1. Машины и агрегаты доменных цехов; Учебник для вузов / Целиков А. И., Полухин П. М., Гребеник В. М и др. 2-е над., перераб. и доп. — М. Металлургия, 1987. — 440 с.
21. Машины и агрегаты металлургических заводов. 3 3-х т. — Т.2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов: Учебник для вузов / Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. и др. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Металлургия, 1988. — 432 с.
22. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х тТ. 3 Машины и агрегаты для производства и отделки проката.: Учебник для вузов: / А. И. Целиков, П. И. Полухин, В. М. Гребеник. — М.: Металлургия., 1988. — 576 с.
23. Надежность, ремонт и монтаж технологического оборудования заводов цветной металлургии. Колев К.С., Ягупов А.В., Выскребенец А.С. — М.: Металлургия, 1984. — 224 с.
24. Плахтин В.Д. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин. Учебник для вузов. — М.: металлургия , 1988. — 415 с.
25. Привалов Н.Н.., Крылов В.А. Монтаж механического оборудования доменных цехов. — М.:Госстройиздат, 1961. — 334 с.
26. Притыкин Д. П. Надежность, ремонт и монтаж металлургического оборудования: Учеб. для вузов. — М.: Металлургия, 1985. — 368 с.

27. Сапко А. И. Монтаж, наладка и ремонт механического оборудования электротермических установок. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 315 с.
28. Седуш В.Я. Надежность , ремонт и монтаж металлургических машин. Учебник. 3-е изд. перераб. и доп. — Киев:, 1992. — 368 с.
29. Седуш В.Я. Надійність , ремонт і монтаж металургійних машин. Підручник. — 4-е вид., перероб. І доп. — Донецьк, 2008. — 379 с.
30. Справочник монтажника. В 2-х томах. Монтаж технологического оборудования / В.З. Маршев и др. Под общей ред. В.З. Маршева. — М.: Стройиздат, 1976. Т.1 — 384 с., Т.2 — 284 с.
31. Справочник по кранам. — В 2-х тТ.2 Характеристики и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы, их детали и узлы. Техническая эксплуатация кранов / М.П. Александров и др. По общей ред. М.М. Гохберга — М.: Машиностроение, 1988 — 559 с.
32. Финкель А.Ф. Монтаж оборудования металлургических и коксохимических заводов. Учебник для средних проф.-техн. училищ. Изд. 2-е, перероб. и доп. — М.: Высшая школа, 1976. — 352 с.
33. Финкель А.Ф. Монтаж металлургических заводов. — М.: Высшая школа, 1981. — 320 с.
34. Чиченев Н. А., Зарапин А. Ю., Горбатюк С. М. Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования. — М.: Издательский дом МИСиС, 2008. — 102 с.
35. Електроний ресурс: http://www.ale-heavylift.com.
36. Електроний ресурс: http://www.mammoet.com.



Жук Анатолій Якович

Кандидат технічних наук, професор. Народився 27 березня 1939 р. у м. Кіровоград. У 1965 р. закінчив Дніпропетровський металургійний інститут за спеціальністю «Механічне обладнання металургійних заводів». У сфері вищої освіти пройшов шлях від лаборанта до завідувача кафедри з 1987р. Зробив значний внесок в розвиток вищої освіти, а в сфері наукової діяльності - в створенні механічного обладнання та технологій спецелектрометалургії. Має понад 300 наукових та науково-методичних праць, серед яких біля 20-ти підручників та навчальних посібників з грифом МОНУ. За плідну працю нагороджений медалями ВДНГ, нагрудними знаками «За отличные успехи в работе» (Держкомосвіти СРСР, 1986 р.), «Відмінник освіти України» (Міносвіти України, 1998 р.), присуджено Першу премію (Держкомосвіти СРСР, 1990 р.).



Малишев Георгій Петрович

Кандидат технічних наук, професор ЗДІА. Народився 5 серпня 1950 р. у м. Запоріжжя. Вищу освіту здобув у 1972 р. (Запорізький машинобудівельний інститут ім. В.Я. Чубаря). З 1975 р. працював старшим інженером у науково-дослідній лабораторії зносостійких та холодостійких сталей та сплавів Мінкольормету СРСР при ЗМІ ім. В.Я. Чубаря. Вів наукові роботи з підприємствами кольорової металургії міст Норильська, Красноярська, Братська, Ачинська, підприємствами Кольського півострова. В 1982 році захистив кандидатську дисертацію за темою «Дослідження та розробка сплаву, стійкого у середовищі анодних газів алюмінієвих електролізерів». В ЗДІА працював з 1985 р. на посаді доцента кафедри механічного обладнання металургійних заводів, а в останні роки завідувача цієї ж кафедри. Загалом мав близько 120 наукових і науково-методичних праць. За заслуги та довголітню сумлінну працю нагороджений Почесною грамотою МОНУ.

Желябіна Надія Кіндратівна



Кандидат технічних наук, професор ЗДІА. Народилася 8 листопада 1947 р. у м. Запоріжжя. У 1970 р. закінчила з відзнакою Запорізький машинобудівельний інститут ім. В. Я. Чубаря за спеціальністю «Авіаційні двигуни», інженер-механік. У 1984 р. захистила кандидатську дисертацію на тему «Моделювання процесів накопичення пошкоджень при складних режимах навантаження». З 1984 р. працює в ЗДІА на посадах асистента, доцента, декана енерго-механічного факультету. З 1998 р. — проектор з навчально-виховної роботи ЗДІА. За результатами досліджень опубліковано понад 160 робіт, у т.ч. 11 навчальних посібників, з яких 6 з грифом МОНУ. Відзначена багатьма почесними грамотами, дипломом Запорізької обласної державної адміністрації, Почесними грамотами Міністерства освіти і науки України.

Таратута Костянтин Васильович



Кандидат технічних наук, доцент. Народився 3 жовтня 1974 р. в м. Запоріжжя. У 1997 р. закінчив Запорізьку державну інженерна академію з відзнакою, здобув вищу освіту за спеціальностями: «Металургійні машини та устаткування» та «Економіка підприємства». Працював в прокатном цеху ВАТ «Дніпроспецсталь». В 2004 році захистив дисертацію на тему «Розробка та удосконалення способів та пристроїв для зниження енергосилових параметрів процесу волочіння дроту» за спеціальністю «Процеси та машини обробки тиском» та отримав диплом кандидата технічних наук. В 2005 році присвоєне вчене звання доцента кафедри «Металургійного обладнання». З 2005 року працює на посаді доцента кафедри «Металургійного обладнання» Запорізької державної інженерної академії. В 2007–2009 роках приймав участь у проекті Організації об'єднаних націй з промислового розвитку (ЮНІДО) та отримав сертифікат експерта з промислового розвитку. Має понад 90 наукових та науково-методичних праць, серед яких 2 навчальні посібники з грифом МОНУ. За наукові досягнення присуджено стипендію Кабінету Міністрів України.

Навчальне видання

МОНТАЖ МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

Навчальний посібник

Керівник видавничих проектів: Ястребов А.О.

Друкується в авторській редакції

Дизайн обкладинки: Тишківська Н.М.

Комп'ютерна верстка: Тишківська Н.М.

Підписано до друку 03.11.2017 р.
Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman, Myriad Pro.
Умовн. друк. аркушів — 19,06.
Обл.-вид. аркушів — 11,67.
Тираж 300 прим.

ТОВ «Видавничий дім «КОНДОР»
Свідоцтво серія ДК № 5352 від 23.05.2017 р.
03067, м. Київ, вул. Гарматна, 29/31
тел./факс (044) 408-76-17, 408-76-25
www.condor-books.com.ua